

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

Симоненкова Виктория Анатольевна



**ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ
И ЭКОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ-ДЕНДРОФАГОВ
НА ЗОНАЛЬНОМ ЭКОТОНЕ ЛЕСА И СТЕПИ**

03.02.08 – Экология (биология)

Диссертация

на соискание ученой степени

доктора биологических наук

Научный консультант:

Кулагин Алексей Юрьевич,

доктор биологических наук, профессор

Оренбург 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>ВВЕДЕНИЕ</i>	4
<i>ГЛАВА 1 ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ЗОНАЛЬНОГО ЭКОТОНА ЛЕСА И СТЕПИ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ</i>	15
1.1 Экология Южного Предуралья	15
1.2 Климат	21
1.3 Почвы и рельеф	27
1.4 Биоклиматическая характеристика зонального экотона леса и степи Южного Предуралья	34
<i>ГЛАВА 2 ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НАСАЖДЕНИЙ ЗОНАЛЬНОГО ЭКОТОНА ЛЕСА И СТЕПИ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ</i>	42
2.1 Характеристика лесного фонда и состояние насаждений	43
2.2 Антропогенное воздействие на окружающую среду и очаги массового размножения филлофагов в Оренбургской области	56
<i>ГЛАВА 3 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ-ФИЛЛОФАГОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ</i>	66
3.1 Очаги массового размножения листогрызущих филлофагов в лесных экосистемах	66
3.2 Хвоегрызущие филлофаги основных лесообразующих пород	78
3.3 Общие сведения о фенологии филлофагов лиственных пород	102
3.4 Общие сведения о фенологии филлофагов хвойных пород	112
3.5 Влияние климатических и биотических факторов на радиальный прирост насаждений	115
<i>ГЛАВА 4 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</i>	127
<i>ГЛАВА 5 ДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОЧАГОВ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ФИЛЛОФАГОВ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ</i>	140
5.1 Вспышки массового размножения листогрызущих филлофагов	140
5.2 Экологические особенности филлофагов лиственных пород	155
5.3 Вспышки массового размножения хвоегрызущих филлофагов	184
5.4 Экологические особенности филлофагов хвойных пород	189
Заключение	201

<i>ГЛАВА 6 ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИИ ЛИСТО- И ХВОЕГРЫЗУЩИХ ФИЛЛОФАГОВ В УСЛОВИЯХ ЗОНАЛЬНОГО ЭКОТОНА ЛЕСА И СТЕПИ</i>	210
6.1 Особенности фенологии непарного шелкопряда	210
6.2 Особенности фенологии златогузки	214
6.3 Особенности фенологии зелёной дубовой листовёртки	217
6.4 Особенности фенологии рыжего соснового пилильщика	220
6.5 Особенности фенологии звёздчатого пилильщика-ткача	224
Заключение	226
<i>ГЛАВА 7 ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОСТ НАСАЖДЕНИЙ В ОЧАГАХ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ФИЛЛОФАГОВ</i>	233
7.1 Рост и состояние дуба черешчатого в очагах массового размножения непарного шелкопряда	233
7.2 Рост и состояние сосны обыкновенной в очагах массового размножения сосновых пилильщиков	244
Заключение	257
<i>ГЛАВА 8 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ФИЛЛОФАГОВ НА ЗОНАЛЬНОМ ЭКОТОНЕ ЛЕСА И СТЕПИ</i>	261
8.1 Регрессионная модель для оценки очагов массового размножения филлофагов	261
8.2 Регрессионный анализ связи очагов массового размножения филлофагов в лесных экосистемах зонального экотона леса и степи	263
8.3 Прогноз развития очагов массового размножения филлофагов в лесных экосистемах зонального экотона леса и степи	293
8.4 Влияние климатических факторов на эффективность химических и биологических инсектицидов	307
Заключение	312
<i>ВЫВОДЫ</i>	316
<i>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</i>	320
<i>ПРИЛОЖЕНИЕ</i>	362

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Леса Оренбургской области являются одним из главных элементов экологического каркаса территории, выполняющего водоохраные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и другие функции. Лесной фонд области располагается в различных лесорастительных условиях – от лесостепей до полупустыни, отличается большим древесно-кустарниковым разнообразием, которое обуславливает и разнообразие энтомофауны. Причины уникальности и контрастности природы области обусловлены своеобразием ее географического положения и особенностями истории формирования ландшафтов. Южное Предуралье включает западную и центральную части Оренбургской области до Уральских гор. Оренбургскую область можно рассматривать как отдельный зональный экотон леса и степи, обладающий рядом специфических особенностей: здесь находятся южные и северные, восточные и западные пределы распространения многих видов растительного и животного мира, проходит граница между Европой и Азией, Русской равниной и Уральскими горами, степью и лесостепью. Границы экотона Южного Предуралья в пределах Оренбургской области можно рассматривать между лесом и лесостепью, степью и начинающейся полупустыней на юге области.

При оценке состояния и климатогенных изменений растительности необходимо учитывать систему экотонов – «переходов между сообществами растений на зональных границах бореальных лесов» в связи более сильным воздействием климата на растительность и ответной реакции последней [334].

Зональный экотон леса и степи характеризуется специфическими типами местообитаний, имеющими сложную экологическую структуру (экологически отличные популяции различных видов из смежных фитоценозов). Зональный экотон Южного Предуралья включает экологическую границу популяций флоры и фауны. Для него характерен большой уровень биологического разнообразия [246, 155, 156].

Леса области испытывают повышенную техногенную нагрузку вследствие развитости топливно-энергетического и металлургического комплексов; газо- и нефтехимического производства; черной и цветной металлургии; производства асбеста, цемента; химической промышленности; также велика и рекреационная нагрузка. Кроме того, экосистемы области испытали воздействие Тоцкого ядерного взрыва (1954). Все это вместе с особенностями природно-климатических условий приводит к постоянному экологическому стрессу древостоев и, как следствие, к их ослаблению, что благоприятно сказывается на размножении дендрофильных филлофагов в лесах Оренбургской области.

Жесткие климатические условия Южного Предуралья отражаются на экологических особенностях дендрофильных филлофагов, усиливая вспышки их массового размножения в лесных экосистемах, что приводит к дефолиации кроны древесных растений и их гибели на больших площадях.

В результате систематического негативного воздействия комплекса неблагоприятных факторов происходит повышенный патологический отпад в насаждениях [179, 181, 182, 183]. Так, по материалам лесопатологического мониторинга и лесопатологических обследований (данные филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Оренбургской области»), на начало 2013 г. насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью располагались на площади 25227,6 га, в т.ч. выявленные в 2012 г. – 4075,9 га, из них погибшие – 1324,1 га. Индикаторами низкой устойчивости лесных экосистем являются дендрофильные филлофаги и ксилофаги, болезни стволов, ветвей и корней. Так, на 01.01.2013 г. в лесном фонде Оренбургской области действовали 28 очагов филлофагов и ксилофагов на общей площади 80777,5 га и 68 очагов болезней леса на общей площади 4810,1 га.

Мерилом устойчивости лесной экосистемы является способность к возобновлению, особенно к семенному естественному. Количественная оценка успешности возобновления сосны обыкновенной под пологом насаждений в степных борах Южного Предуралья относится к удовлетворительной (15%) и неудовлетворительной (85%). Возобновление тополя в пойменных лесах Орен-

бургской области на 21% – семенное и 79% – порослевое. Семенное возобновление тополя – неудовлетворительное. В деградирующих и усыхающих дубравах Южного Предуралья семенное возобновление отсутствуют, порослевое относится к категории нежизнеспособное [82]. Поэтому лесные экосистемы Южного Предуралья утратили устойчивость и не способны к саморегуляции.

Из всего множества видов дендрофильных филлофагов наибольшую опасность лесам Оренбургской области представляют непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.), зелёная дубовая листовёртка (*Tortrix viridana* L.), золотая гузка (*Euproctis chrysorrhoea* L.), рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoff.) и звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemoralis* Thoms.), с их перманентными вспышками массового размножения, что приводит лесные насаждения к постоянной дефолиации и к потере биологической устойчивости. В связи с этим особую актуальность приобретает вопрос, связанный с изучением экологических особенностей дендрофильных филлофагов в условиях зонального экотона леса и степи Южного Предуралья, с характером формирования очагов их массового размножения. На сегодняшний день остаются малоизученными биоклиматическая характеристика зонального экотона леса и степи Южного Предуралья, антропогенное воздействие на окружающую среду и очаги массового размножения филлофагов в Оренбургской области, фенологические особенности отдельных видов филлофагов, влияние климатических факторов на динамику численности филлофагов. Актуален вопрос о прогнозировании появления массовых листо- и хвоегрызущих видов с целью своевременного планирования и назначения разноплановых защитных мероприятий. Изучение перечисленных вопросов дает возможность совершенствовать систему экологического подхода к защите растений от дендрофильных филлофагов.

Степень разработанности проблемы. Экологическая обстановка на территории Оренбургской области крайне неблагоприятная, что связано с повышенным содержанием тяжелых металлов в горных породах и грунтовых водах, с высокой техногенной нагрузкой. Как было отмечено А.Ю. Кулагиным, лесные насаждения промышленных центров и областей испытывают достаточ-

но сильные техногенные и рекреационные нагрузки, приводящие к снижению биологической устойчивости к антропогенным и природным воздействиям [184]. Все это создает предпосылки для произрастания растений, в частности, деревьев и кустарников, на грани экологической катастрофы в зоне экологического бедствия и для перманентного существования вредителей и болезней древесных растений.

Наблюдается постепенное наступление песков на юг Оренбургской области, что в дальнейшем может привести к опустыниванию южную и центральную часть Оренбургской области [169, 170]. Зональный экотон Южного Предуралья включает экологическую границу популяций флоры и фауны. Для него характерен большой уровень биологического разнообразия [246, 155, 156].

Проблемы сохранения зонального экотона леса и степи и воспроизводства лесных ресурсов, где «лесные сообщества находятся в состояниях, близких к критическим», подробно рассмотрены в работах Э.Г. Коломыца, Г.С. Розенберга и др. [156, 157].

Состояние проблемы устойчивости в лесной экологии рассматривалось Э.Г. Коломыцем, Г.С. Розенбергом, Л.С. Шарой [157]. Был проведен анализ причин нарушения устойчивости и дана оценка применимости математических моделей устойчивости к ландшафтно-экологическим системам.

Поскольку леса лесостепной зоны входят в зону массовых вспышек первичных хвое- и листогрызущих насекомых, для них создаются оптимальные условия для размножения [103]. Повсеместно в большей степени усыхают дубравы порослевого происхождения, особенно после нескольких генераций, а также изреженные, лишенные подлеска, нарушенные неумеренной пастьбой скота, ослабленные неудачными рубками [10, 185, 197, 268].

В последние годы массовые исследования экологических особенностей листогрызущих филофагов в основном касались непарного шелкопряда, оставляя без внимания других, не менее опасных первичных филофагов леса. Так, Т.А. Вшивкова [62] рассматривала различные биохимические компоненты как определяющие качество кормовых растений для гусениц непарного шелко-

пряда (*Lymantria dispar* L.) начальных возрастов. А.В. Ильиных, Д.К. Куренчиков, А.А. Бабурин, Е.Л. Имранова [145] выявили причины затухания вспышек массового размножения непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) на территории Дальнего Востока, связанные с развитием вируса полиэдроза. Ю.Н. Баранчиков, М.Е. Монтгомери [16] провели сравнительную оценку политрофности гусениц непарного шелкопряда с трех континентов. J. Stocki [379] проведен биологический мониторинг дубовых насаждений, в которых применялись некоторые виды феромонов для борьбы с дубовой зелёной листовёрткой и другими филлофагами. В.А. Марков [215, 216] рассматривал причины и следствия миграций дубовой зелёной листовёртки (*Tortrix viridana* L.). Г.Е. Бойко, А.В. Ивашов [29] изучали специализацию зелёной дубовой листовёртки к кормовому растению и ее проявления в индивидуальных консорциях и фенологических группах консорций дуба. Н.И. Лямцев [206] изучал динамику численности зелёной дубовой листовёртки в разных экологических условиях. М.К. Метелева, В.Г. Суховольский [222] отмечали влияние модифицирующих факторов на возникновение вспышек массового размножения лесных насекомых. При анализе влияния модифицирующих факторов большое значение придают также метеорологическим показателям – температуре и влажности воздуха [207, 147, 363]. Несомненной считается связь массовых размножений фитофагов с предшествующими засушливыми периодами [365]. По мнению С.Д. Узенбаева [332], у рыжего соснового пилильщика существует синхронность между филлофагом и его кормовой породой. По данным непрерывного мониторинга численности рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) были выявлены упорядоченность его популяционной структуры и появление наиболее высоких подъемов численности через 10 – 12 лет [83]. Т.А. Макарова [212] отмечает, что распределение очагов массового размножения обыкновенного соснового пилильщика на территории Среднего Приобья происходит неравномерно в зависимости от типа леса. Выявлены [18] различия в экологической плотности и чувствительности к вирусу ядерного полиэдроза рыжего соснового пилильщика в участках 8-летних культур сосны с неоднородными лесорастительными усло-

виями. Звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemorales* Thoms.) является распространенным филлофагом сосны во многих частях ее ареала [151, 68]. Вспышки его массового размножения происходят как в молодняках, так и в спелых и перестойных лесах. Ю.И. Гниненко, Г.А. Серый [71, 74] изучали особенности динамики численности и биологии хвоегрызущих пилильщиков в сложных очагах в сосняках Нижнего Поволжья.

Вопрос причин появления и развития очагов массового размножения ряда филлофагов (непарного шелкопряда, златогузки, зелёной дубовой листовёртки, рыжего соснового пилильщика, звёздчатого пилильщика-ткача) в условиях Южного Предуралья изучен недостаточно и актуален. Накоплено мало сведений об экологических особенностях ряда дендрофильных филлофагов в различных географических провинциях России, недостаточно разработан вопрос прогнозирования очагов массового размножения филлофагов степной и лесостепной зоны во взаимосвязи с различными экологическими факторами, поэтому детализация данных вопросов в условиях Южного Предуралья достаточно актуальная.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – выявить особенности современного состояния лесных насаждений на фоне действия экстремальных факторов окружающей среды и охарактеризовать особенности дендрофильных насекомых в условиях зонального экотона леса и степи Южного Предуралья.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Рассмотреть биоклиматическую характеристику зонального экотона леса и степи Южного Предуралья.
2. Проанализировать антропогенное воздействие на окружающую среду и очаги массового размножения филлофагов в Оренбургской области.
3. Выделить доминантные виды дендрофильных филлофагов лиственных и хвойных растений.
4. Установить закономерности образования и развития очагов массового размножения дендрофильных филлофагов в лесных экосистемах с нарушенной устойчивостью в условиях зонального экотона леса и степи Южного Предура-

ля.

5. Выявить экологические особенности хвое- и листогрызущих филлофагов в условиях зонального экотона.

6. Установить влияние абиотических и биотических факторов на рост ослабленных насаждений в очагах массового размножения филлофагов.

7. Разработать оптимизированные модели прогнозирования очагов массового размножения филлофагов с учетом особенностей климатических факторов.

Научная новизна результатов исследований. В условиях зонального экотона леса и степи Южного Предуралья охарактеризовано современное состояние лесных экосистем, дана биоклиматическая характеристика зонального биотона леса и степи. Выделены зоны антропогенного влияния на насаждения и связь с очагами массового размножения филлофагов; доминантные виды филлофагов лиственных и хвойных пород Южного Предуралья и рассмотрены причины возникновения вспышек их массового размножения; установлены закономерности динамики очагов массового размножения филлофагов; в условиях Южного Предуралья выявлены особенности экологии и фенологии хвое- и листогрызущих насекомых и составлены феноклимограммы развития непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), зелёной дубовой листовёртки (*Tortrix viridana* L.), златогузки (*Euproctis chrysorrhoea* L.), рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoff.) и звёздчатого пилильщика-ткача (*Acantholyda nemoralis* Thoms.) в условиях Южного Предуралья; установлено влияние динамики очагов массового размножения филлофагов и абиотических факторов на рост древостоев и определена взаимосвязь массового размножения листо- и хвоегрызущих насекомых с поражением деревьев стволовыми гнилями; впервые разработаны математические модели прогнозирования очагов массового размножения филлофагов.

Теоретическая и практическая значимость работы. На примере экотонного эффекта Южного Предуралья установлено специфическое влияние комплекса природно-климатических и антропогенных условий на лесные наса-

ждения. Выявленные экологические особенности филофагов и закономерности развития очагов их массового размножения позволили разработать модели для прогнозирования появления данных филофагов. Установленное влияние абиотических факторов на динамику очагов массового размножения листо- и хвоегрызущих насекомых в условиях Южного Предуралья позволит прогнозировать вспышку массового размножения филофагов в наиболее краткие сроки и тем самым снизить их воздействие на лесные биоценозы. Материалы диссертации использованы при составлении планов проведения мониторинга за данными филофагами сотрудниками филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Оренбургской области». На основе материалов диссертации разработан курс лекций и снята серия обучающих фильмов, которые используются в учебном процессе для бакалавров по направлению подготовки «Лесное дело».

Методология и методы исследования. Методология основана на анализе научных публикаций отечественных и зарубежных авторов. Исследования включали полевые и лабораторные наблюдения, был проведен статистический анализ полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Экотонный эффект приводит к тому, что в лесных экосистемах Южного Предуралья с нарушенной биологической устойчивостью возникают вспышки массового размножения с преобладанием непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), зелёной дубовой листовёртки (*Tortrix viridana* L.), златогузки (*Euproctis chrysorrhoea* L.), рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoff.) и звёздчатого пилильщика-ткача (*Acantholyda nemoralis* Thoms.), дающие комплексные очаги массового размножения на юге с красноголовым пилильщиком-ткачом (*Acantholyda erythrocephala* L.).

2. Лесные экосистемы Южного Предуралья находятся в неблагоприятном санитарном состоянии, что наряду с абиотическими факторами провоцирует формирование распространения перманентных очагов массового размножения листо- и хвоегрызущих филофагов как индикаторов ослабленности насаждений.

3. В зоне среднего, сильного и максимального антропогенного воздействия на окружающую среду наблюдается снижение биологической устойчивости насаждений и появление перманентных очагов массового размножения дендрофильных филлофагов, которые являются индикаторами низкой устойчивости насаждений.

4. Разработанные оптимизированные модели прогнозирования очагов массового размножения филлофагов по площади с учетом особенностей климатических факторов позволяют в более краткие сроки прогнозировать динамику очагов массового размножения филлофагов и обосновать мероприятия по сохранению лесных насаждений.

Степень достоверности и апробация работы. Получены эмпирические и теоретические результаты, характеризующие вспышки размножения филлофагов в условиях Южного Предуралья. Математические модели площади очагов массового размножения филлофагов в зависимости от климатических условий позволят прогнозировать появление филлофагов в лесах. Личный вклад автора состоит в сборе, обработке и анализе собранного материала и его обобщении. Достоверность полученных результатов основана на продолжительных экспериментах и обеспечивается достаточным фактическим материалом, набором используемых методов исследований и статистической обработкой методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов. Было заложено 615 временных пробных площадей. Анализ динамики площадей очагов массового размножения филлофагов представлен более чем за 20-летний период.

Основные положения диссертации, результаты и практические рекомендации обсуждались на межрегиональной научно-практической конференции ученых и специалистов (С.-Петербург, 2002), XLI научно-практической конференции (Челябинск, 2002), международной научно-практической конференции «Повышение устойчивости биоресурсов на адаптивно-ландшафтной основе» (Оренбург, 2003), международном симпозиуме «Социально-экономические, политические и экологические проблемы в сельском хозяйстве России и стран

СНГ: история и современность» (Оренбург, 2004), V региональной конференции «Животный мир Южного Урала и Северного Прикаспия» (Оренбург, 2005), всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, студентов «Вклад молодых ученых в развитие АПК» (Пермь, 2007), международной научно-практической конференции «Оценка земельных ресурсов и создание адаптивных биоценозов в целях рационального природопользования: история и современность» (Оренбург, 2008), международной научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2009), III международной научно-практической конференции «Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика» (Оренбург, 2009), VI международном интернет-семинаре «Лесное хозяйство и зелёное строительство в Западной Сибири» (Томск, 2011), международной заочной научно-практической конференции «Современные тенденции в науке: новый взгляд» (Тамбов, 2011), XI международной научно-практической конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности» (Пенза, 2011), семинаре «Инновационные технологии экологического оздоровления лесного фонда и водных ресурсов Оренбургской области» (Оренбург, 2011), научно-производственной конференции «Современное состояние и перспективы развития лесного комплекса Оренбуржья» (Оренбург, 2012), международной научно-практической конференции «Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика» (Оренбург, 2013), всероссийской научно-практической виртуальной конференции с международным участием «Ботаника и природное многообразие растительного мира» (Казань, 2013), на VI международной научно-практической конференции «Европейская наука и технологии» (Мюнхен, Германия, 2013).

Публикации. По результатам исследований опубликованы 62 научных работы, в том числе 23 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 1 монография. Основные положения диссертации отражены в материалах международных, всероссийских, региональных научно-практических конференций, в журналах «Вестник Оренбургского государст-

венного университета», «Земледелие», «Известия Оренбургского государственного аграрного университета», «Аграрная Россия», «Известия Самарского научного центра РАН», «Современные проблемы науки и образования», «Известия Саратовского университета», «Вестник Нижневартского государственного университета».

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 361 странице и состоит из введения, 8 глав, заключения, списка литературы из 387 наименований, включает 79 таблиц, 69 рисунков, 23 приложения.

Автор благодарен директору филиала ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Оренбургской области» Михаилу Алексеевичу Чуваткину, начальнику отдела защиты леса и лесопатологического мониторинга Андрею Владимировичу Кубасову за содействие в проведении полевых работ и анализе материала лесопатологических отчетов отдельных лесничеств области; отдельное спасибо инженеру-лесопатологу, аспиранту Владимиру Раисовичу Сагидуллину, магистрантам и дипломникам за помощь в сборе и обработке материала. Автор признателен также сотрудникам Абдулинского и Соль-Илецкого лесничеств за содействие полевым работам и консультации, преподавателям ОГАУ А.В. Борникову и А.С. Касаткину, научному сотруднику Ботанического сада УрО РАН И.Е. Бергману за помощь в проведении математической обработки экспериментального материала. Автор благодарен научному консультанту доктору биологических наук, профессору Алексею Юрьевичу Кулагину, заведующему лабораторией лесоведения ФГБУН Уфимского Института биологии РАН, за ценные рекомендации и консультации. За консультации и поддержку автор признателен доктору сельскохозяйственных наук, профессору Александре Ивановне Колтуновой (факультет биотехнологий и природопользования, ОГАУ), доктору биологических наук, профессору Владимиру Евгеньевичу Колтунову (Ботанический сад УрО РАН), доктору биологических наук Василию Ивановичу Пономареву (Ботанический сад УрО РАН), коллегам из научно-исследовательских институтов и вузов.

ГЛАВА 1 ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ЗОНАЛЬНОГО ЭКОТОНА ЛЕСА И СТЕПИ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Оренбургская область расположена на стыке двух частей света – Европы и Азии, на границе России. Область граничит на северо-западе и западе с Татарстаном, Самарской и Саратовской областями, на севере с Башкортостаном, на северо-востоке с Челябинской областью, а на юге, юго-востоке с Казахстаном. Южное Предуралье включает западную и центральную части Оренбургской области до Уральских гор.

1.1 Экология Южного Предуралья

Лесные экосистемы Южного Предуралья, в том числе и Оренбургской области, сильно отличаются от таковых в европейской части РФ, в Сибири, на Дальнем Востоке и прочее. В период отсутствия аргоценозов основной фон растительного покрова лесостепной зоны составляли сообщества луговой степи, чередующиеся с участками лиственных лесов. В настоящее время степь почти полностью превращена в пахотные угодья, тем более, что с 1954 по 1963 гг. на территории Оренбургской области было распахано 1,8 млн га целинных земель. Леса сильно пострадали от вырубок и представлены преимущественно порослевыми массивами и культурами. Лесистость области (на 01.01.2013 г.) составляет всего 4,6% [150].

По данным А.И. Климентьева и соавторов: «Распаханность плакорных угодий с зональными разновидностями почв в Оренбургской области составляет 85%. Сельскохозяйственные угодья занимают 88% площади, из них на долю пашни приходится 57%. На грани исчезновения находятся серые лесные почвы, черноземы обыкновенные среднегумусовые, практически исчезли черноземы выщелочные и типичные тучные» [150].

С начала освоения края, т.е. с XVIII – XIX вв., а особенно с 30 – 50-х гг. прошлого века насаждения области испытывают антропогенный стресс. Это и

распаханные угодья (целина), и воздействие добычи и переработки полезных ископаемых. Так, на территории области разведано свыше 180 месторождений различных руд, нефти, газа, минерального сырья. В недрах области найдено и добывается более 80 видов полезных ископаемых. Для области ведущими полезными ископаемыми являются: нефть, природный газ и конденсат, асфальтиты; бурые угли и горючие сланцы; каменные и калийно-магнезиальные соли, фосфориты; мел, гипс, строительные пески и песчано-гравийные смеси; руды цветных и черных металлов; рудное и россыпное золото; асбест, облицовочные и строительные камни, высококачественные известняки, доломиты; кварциты для металлургической промышленности; минеральные краски, бентонитовые, керамзитовые, керамические и кирпичные глины, цементное сырье, проявления редких земель [150].

Ежегодно на территории области наблюдаются случаи загрязнения атмосферы, почвы, воды водоемов и подземных вод. Так, в 2012 году в основных промышленных городах области был зафиксирован 601 случай превышения максимально разовой предельно допустимой концентрации [66].

Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников за 2012 год составил 923,807 тыс. тонн [66].

Экологическая обстановка на территории Оренбургской области крайне неблагоприятная, что связано с повышенным содержанием тяжелых металлов в горных породах и грунтовых водах, с высокой техногенной нагрузкой. Повышенное содержание тяжелых металлов в горных породах характерно почти для всей области – это бериллий, медь, хром, никель, кобальт. В подземных водах области отмечается существенное повышение ПДК по бериллию (6 – 25 раз). Для территории промышленных предприятий характерна высокая техногенная нагрузка – выше 30 т/км². Высокое загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, а также деградация флоры и фауны на востоке области обусловлены воздействием предприятий горнодобывающей, черной и цветной металлургии, в центральной зоне – нефтегазохимической промышленностью, машиностроением, в северной и западной зонах – нефтяной, дере-

вообрабатывающей, лесной, пищевой и легкой промышленностью, машиностроением. Происходит загрязнение воздуха фтористым водородом, сероуглеродом, диоксидом азота. Основными загрязняющими веществами по массе выбросов являются сернистый ангидрид, углеводороды, оксид углерода и оксиды азота [66].

Основными загрязняющими веществами, характерными для водоемов, особенно для подземных вод Оренбургской области, являются соединения тяжелых металлов, азот аммонийный и нитритный, сульфаты, нефтепродукты, хлорорганические пестициды [66].

Качество воды в реке Урал на территории области соответствует 3 классу и оценивается индексом загрязненности в среднем 1,4. Основные загрязняющие вещества – нефтепродукты, фенолы. Загрязненность реки Самара соответствует 3 классу качества и оценивается индексом загрязненности в среднем 1,95. Основными загрязнителями являются медь и органические вещества. Наиболее загрязненная река Блява, чья загрязненность соответствует 7 классу качества с индексом загрязненности – 34,67. Отмечается превышение ПДК по цинку, меди в десятки раз [66].

В настоящее время существует проблема техногенного загрязнения земель, в результате которого увеличиваются площади территорий, загрязненных отходами промышленных предприятий, нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами, пестицидами и другими токсичными веществами.

Анализ загрязнения почв промышленных городов показал, что во всех городах области наиболее сильным загрязнителем является бензапирен, коэффициент концентрации которого составляет 6,3 – 30,28 [66].

Территория области характеризуется повышенным радиационным фоном, что связано с неоднородным геологическим строением и рельефом, с фосфоритовыми отложениями, с обогащенными органическим веществом глинами, с нефтегазоносными структурами, с кислыми породами (гранитами, гнейсами). Радиационное загрязнение территории области формируют излучения естественно распределенных природных радиоактивных веществ в горных породах.

Заметное влияние оказывают глобальные радиоактивные выпадения от испытательных взрывов ядерного оружия. На территории области присутствуют хранилища радиоактивных отходов, где наблюдается загрязнение почвы радиоактивным цезием и стронцием в 14 районах области [66].

На более равнинной части области преобладает осадочный комплекс горных пород, представленный глинисто-песчаными разновидностями. Радиоактивность этих отложений невысока, мощность экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения – на уровне 8 – 14 мкР/час [66].

Повышенная радиоактивность фосфоритонесущих песчаников (до 50 – 60 мкР/час) обусловлена коррелирующим с фосфором содержанием урана [66].

Наиболее древние отложения отрогов Уральской складчатой системы выходят на дневную поверхность. Радиоактивность их, особенно интрузии гранитного состава, значительно выше (МЭД – от 20 – 30 мкР/час), открыто урановое рудопроявление с бедным оруденением [66].

Анализ материалов радиационных исследований показывает, что в целом по области средние колебания значений плотности загрязнения от глобальных выпадений осадков цезием-137 – от 16 до 78 мКи/км², стронцием-90 – от 14 до 56 мКи/км², что не превышает уровень глобального фона [66].

Повышенное содержание в почве цезия-137 до 0,1 – 0,2 мКи/км² наблюдалось в отдельных пробах в районах проведения подземных ядерных взрывов (объекты «Сапфир», «Магистраль»). В эпицентре Тоцкого ядерного взрыва содержание европия-152 значительно превышает фоновые значения и составляет до 1,4 мКи/км². Всего захоронено 29300 м³ малоактивного грунта суммарной активностью 700 Ки [66].

Как было отмечено А.Ю. Кулагиным, лесные насаждения промышленных центров и областей испытывают достаточно сильные техногенные и рекреационные нагрузки, приводящие к снижению биологической устойчивости к антропогенным и природным воздействиям [184].

Все это создает предпосылки для произрастания растений, в частности, деревьев и кустарников, на грани экологической катастрофы в зоне экологиче-

ского бедствия, и для перманентного существования вредителей и болезней древесных растений. Лесные насаждения практически повсеместно ослаблены и сильно ослаблены. Наши лесные экосистемы находятся в постоянном стрессе. Начальный критический уровень деструкции лесных экосистем Южного Предуралья характеризуется потерей максимального биологического разнообразия и естественной продуктивности лесного сообщества, сопровождаясь утратой коренного типа леса. Антропогенная дигрессия сопровождается активной демутиацией растительности, противодействующей дестабилизирующему воздействию.

Все это привело к тому, что в лесах фоново присутствуют различные листо-и хвоегрызущие филлофаги. Так, отмечены шелкопряд-монашенка, сосновая совка, красноголовый пилильщик-ткач, кольчатый шелкопряд, лунка серебристая, боярышниковая листовёртка, весенняя желто-серая совка, ивовая волнянка, пяденица-обдирало, тополёвая пяденица, краснохвост, берёзовая хохлатка. Но только непарный шелкопряд, златогузка, зелёная дубовая листовёртка, рыжий сосновый пилильщик и звёздчатый пилильщик-ткач в условиях Южного Предуралья способны образовывать вспышки массового размножения.

Уникальность Южного Предуралья состоит не только в том, что велик прессинг от промышленности, добычи природных ископаемых, радиации как последствия Тоцкого ядерного взрыва, перевода естественных ландшафтов в агроландшафты, но и в том, что территория находится на границе Европы и Азии, где полупустыни захватывают степи, а степи постоянно борются за существование с лесными участками.

Лесной биогеоценоз представляет собой форму (биологическую систему) совместного обитания организмов различных жизненных форм и жизненных стратегий на участке лесных земель, которая складывается на протяжении длительного времени и характеризуется устоявшейся структурной организацией входящих в сообщество организмов. Основным свойством такой формы является способность продуцировать живое вещество, обладать саморегуляцией и самовоспроизводимостью. Так, через посредство явления координации в биологических системах уравниваются и стабилизируются взаимоотношения

между частями системы и системой в целом. Само же восстановление нарушаемой стационарности биологической системы осуществляется в соответствии с законами корреляции, т.е. возвращение экосистемы к состоянию стационарности происходит в постоянно идущих явлениях согласования всех видов и направлений связей между определёнными элементами биогеоценоза и сбалансирования всех идущих в системе процессов.

Явление субординации состояний находит выражение в закономерных последовательностях процессов и взаимодействий, идущих в ценозах. Большое место во взаимоотношениях популяций в лесных биогеоценозах занимает паразитизм. При этом в функционировании лесных фитоценозов широко представлены разнообразные явления паразитизма на растительных организмах насекомых, а также отмечается способность лесных биогеоценозов поддерживать определенный уровень противодействия экосистем в случаях экстремальных ситуаций.

В концепции антропогенной деструкции лесных экосистем указано, что первый критический уровень отмечен потерей большого числа биологического разнообразия и продуктивности лесного сообщества (утрата коренного леса); второй критический уровень связан с распадом лесного типа экосистемы и формированием полуоткрытого амфиценоза; третий характеризует полный кризис конкретной локальной экосистемы вследствие глубокой антропогенной трансформации экотопа, не способного больше воспринимать новую растительность [131].

Индикаторами состояния лесных экосистем могут выступать дереворазрушающие ксилотрофные грибы, которые активно заселяют биологически неустойчивые лесные ценозы [3].

По данным филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса по Оренбургской области», на территории Оренбургской области действуют очаги гнилевых болезней насаждений, вызываемые трутовыми грибами-деструкторами (ксилофагами) на площади 3198,1 га, что составляет 0,75% от площади, покрытой лесной растительностью [242, 243, 244, 245].

Саморегуляция возможна в устойчивых лесных экосистемах, которые, по мнению Ю.П. Демакова, имеют ряд особенностей. Так, устойчивость рассматривается как определяющее свойство биологических систем, в том числе лесных биоценозов, приобретенное в результате длительного естественного отбора. Динамическая система (лес) стремится к удержанию своих основных параметров в определенных пределах. Возбудители болезней растений и насекомые-фитофаги рассматриваются как равноправные члены лесных ценозов, обеспечивающие их устойчивое развитие. Вспышки их массового размножения необходимо рассматривать как естественное состояние экосистем, но только в устойчивых лесных экосистемах [225]. Мерилом устойчивости лесной экосистемы является способность к возобновлению, особенно к семенному естественному. Количественная оценка успешности возобновления сосны обыкновенной под пологом насаждений в степных борах Южного Предуралья относится к удовлетворительной (15%) и неудовлетворительной (85%). Возобновление тополя в пойменных лесах Оренбургской области на 21% – семенное и 79% – порослевое. Семенное возобновление тополя – неудовлетворительное. В деградирующих и усыхающих дубравах Южного Предуралья семенное возобновление отсутствует, порослевое относится к категории нежизнеспособное [82]. Поэтому лесные экосистемы Южного Предуралья утратили устойчивость и не способны к саморегуляции.

1.2 Климат

Климатическими особенностями Южного Предуралья являются резко континентальный климат со значительными колебаниями температур в зимний и летний периоды, периодически повторяющиеся засухи, нередко бывают суховеи, быстрый переход от зимы к лету, короткий вегетационный период около 180 дней, недостаточность атмосферных осадков, что неблагоприятно сказывается на произрастании древесной растительности в предельно жестких условиях, отягощенных неблагоприятным антропогенным воздействием.

Основные черты климата Оренбургской области определяются ее удаленностью от океана. Находясь в глубине материка Евразия, она лишена смягчающего влияния морских воздушных масс, поэтому здесь ярко выражен континентальный климат: теплое лето и холодная зима с устойчивым снежным покровом, относительно малым количеством осадков, а также высокими годовыми амплитудами температуры. Так, средняя годовая температура в пределах области изменяется от 4 до 1,5°C (юго-запад и восток области соответственно).

Климат Оренбуржья – резко континентальный, что выражается в большой амплитуде колебаний температуры воздуха между зимой и летом, которая составляет 35 – 38°C, а также в малом количестве атмосферных осадков. Наибольшая продолжительность солнечного сияния отмечается в июле, наименьшая – в декабре. Атмосферное давление на территории области относится к континентальному типу. Максимальное атмосферное давление составляет 1051,0 мб, а минимальное – 950,5 мб.

Разность между средними температурами самого холодного и самого теплого месяцев составляет 36 – 37°C. Самое продолжительное время года в Оренбуржье – зима, которая длится более 4 месяцев и отличается жестокими метелями и суровыми морозами, достигающими –40 – 49°C. Среднеянварская температура составляет от –14°C на западе до –16°C на востоке. Оренбургское лето солнечное и жаркое. Средняя температура июля в области составляет от 20 до 22,6°C. В дневные часы, особенно в июле, температура нередко поднимается до 30 – 40°C. Температурные границы для осени, как и для весны, установить довольно сложно в связи с большими колебаниями дневных и ночных температур, которые к концу сентября нередко достигают 20 – 25°C [349, 350].

Самым теплым месяцем в Оренбургской области является июль, самым холодным – январь. В жаркие годы воздух в летние месяцы прогревается до 40 – 43°C, зимой охлаждается до – 43 – 45°C. Абсолютный минимум зимней температуры отмечен в 1942 году –49°C. Годовой ход температуры поверхности почвы аналогичен ходу температуры воздуха. В период с ноября по март поверхность почвы имеет отрицательную температуру (рис. 1) [349, 350].

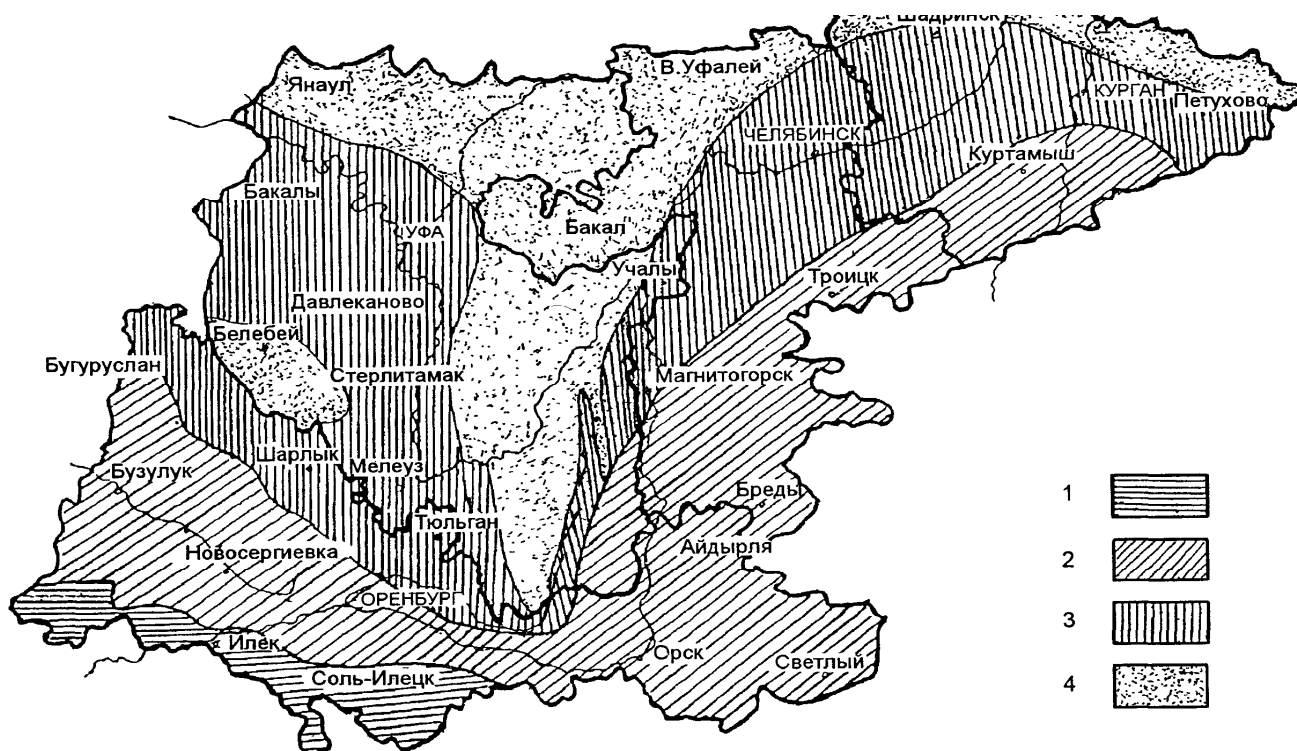


Рисунок 1 – Тепловые зоны Южного Урала. Сумма температур выше 10°C: 1 – более 2700; 2 – 2300 – 2700; 3 – 2100 – 2300; 4 – менее 2100 [349, 350]

Осадки на территории области распределяются неравномерно. Их количество убывает с северо-запада (450 мм в год) на юго-восток (260 мм в год). Максимальное количество осадков выпадает на хребте Малый Накас (до 550 мм в год). Атмосферные осадки на территории Оренбургской области распределяются неравномерно, уменьшаясь в количестве с запада на восток и с севера на юг. Так, в южных, юго-западных и восточных районах области их выпадает меньше, чем на остальной территории. Снежный покров образуется на территории Оренбургской области в конце ноября, в Кувандыке и Тюльганском районе – в середине ноября (рис. 2) [349, 350].

Снежный покров устойчиво ложится в конце ноября. Максимальной высоты снежный покров достигает в первой – второй декадах марта и может превышать 110 см. В среднем по области высота снежного покрова в этот период составляет 22 – 50 см. Сход снежного покрова в среднем по области приходится на первую половину апреля.

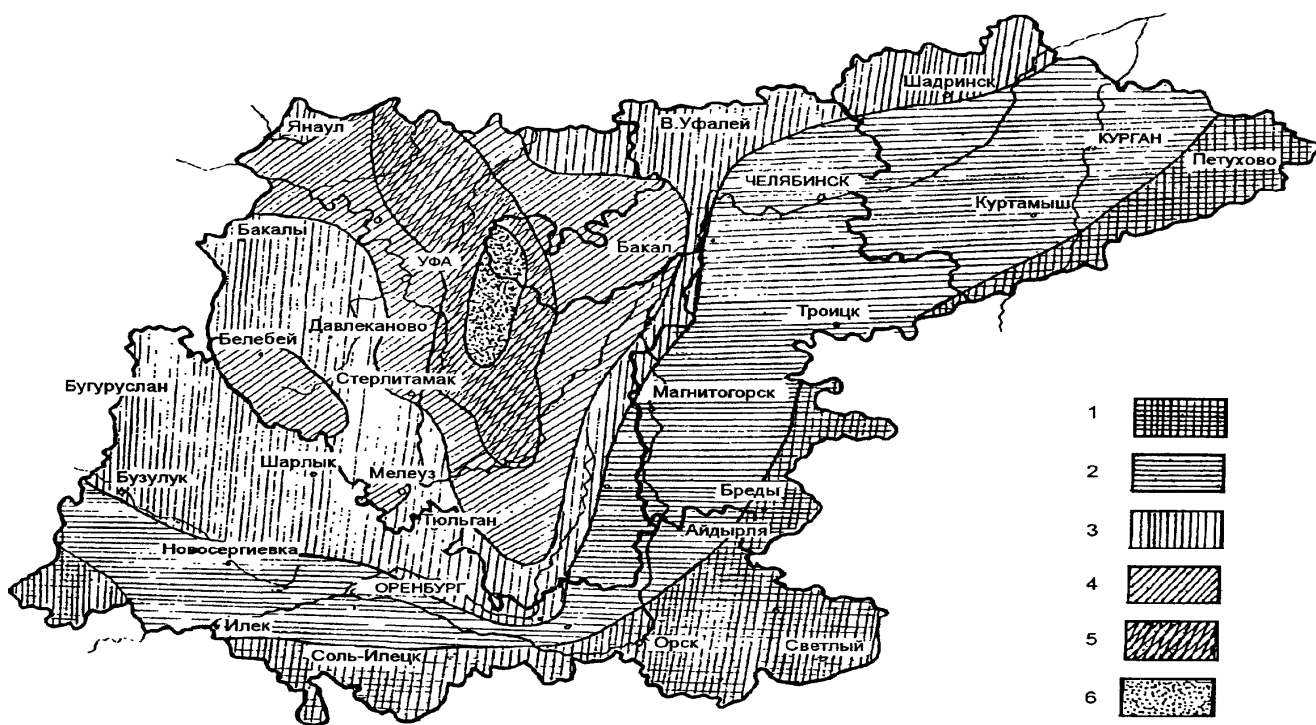


Рисунок 2 – Распределение осадков на Южном Урале. Распределение осадков за год, мм: 1 – 250 – 300; 2 – 300 – 350; 3 – 350 – 400; 4 – 400 – 450; 5 – 450 – 550; 6 – 550 – 650 [349, 350]

Влажность воздуха минимальна в мае, а максимальна – в ноябре – декабре и марте. Относительная влажность увеличивается с юга на север области. Метели в Оренбургской области чаще всего связаны с происхождением западных и южных циклонов. Штормовой ветер, сильный и мокрый снег, а порой и дождь среди зимы характеризуют местные метели. На территории области число дней с метелями колеблется до 50 дней в году. Наибольшее их число наблюдается в январе.

Грозы на территории Оренбургской области отмечаются в среднем за год в течение 20 – 30 дней. Наибольшее развитие грозовая деятельность получает в июле.

За период с 2003 по 2012 гг. наиболее благоприятный по влагообеспеченности – 2003 год, минимальный дефицит влажности – 8,1 гПа. С 2004 по 2010 гг. значение дефицита влажности колебалось в пределах от 10,4 гПа до 19,2 гПа. Среднее значение дефицита влажности за десять лет – 11,7 гПа. В 2010 и

2012 гг. наблюдалось резкое увеличение дефицита влажности – 19,2 гПа и 15,3 гПа (рис. 3).

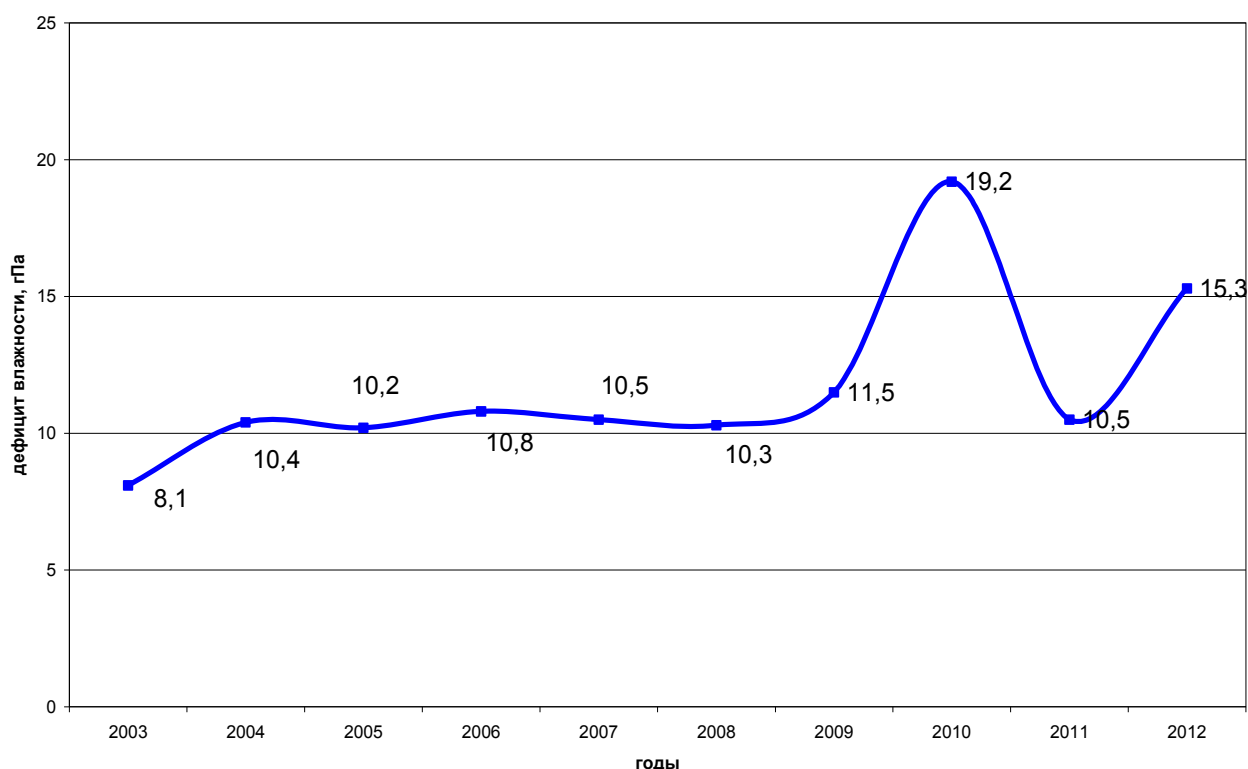


Рисунок 3 – Дефицит влажности за вегетационный период в Оренбургской области

За период с 2002 по 2012 гг. только в 2003 году ГТК было на 0,03 пункта выше грани засухи. В 2006, 2010 и 2012 гг. наблюдалась сильная засуха, в остальные годы – на грани засухи. Среднее значение ГТК за 10 лет – 0,63, что, по расчетам Г.Т. Селянинова, обозначает, что лесонасаждения Оренбургской области произрастают в условиях постоянного дефицита влажности (рис. 4).

Обычно над территорией области наблюдается большая повторяемость антициклонов, имеющих сибирское происхождение. Летние антициклоны, господствующие над оренбургскими степями, имеют западное происхождение и приносят со стороны Средиземного моря субтропический воздух, а вместе с ним приходит тепло, но мало влаги. С западными и юго-западными теплыми потоками летом успешно соперничают горячие и сухие ветра из Казахстана и Средней Азии.

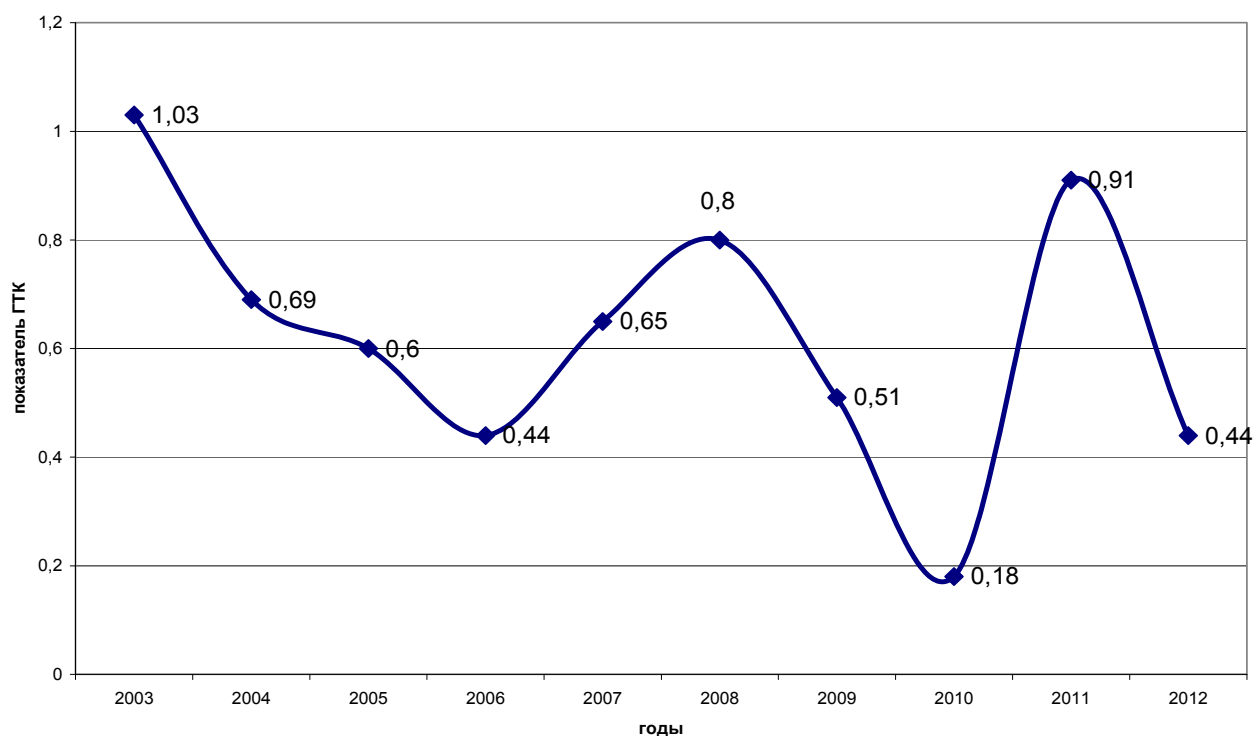


Рисунок 4 – Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) за вегетационный период в Оренбургской области

Отсутствие высоких горных хребтов, которые могли бы служить препятствием, делает возможным значительные вторжения на территорию Оренбуржья как очень холодных масс воздуха с севера, так и сухих и жарких воздушных потоков с юга. В то же время отдельные возвышенности области (Общий Сырт, Малый Накас, Шайтантау, Саринское плато и др.) оказывают заметное влияние на основные климатические показатели.

Повторяемость и длительность периодов с засухой и суховеями в Оренбуржье бывает различной. За последнее столетие в северо-западных районах области сильные и средние засухи наблюдались один раз в 3 – 4 года, а в южных районах – один раз в 2 – 3 года.

Ежегодно неблагоприятные климатические условия отрицательно влияют на состояние окружающей среды. К ним относятся: ураганные ветра, вызывающие массовый ветровал или бурелом, длительные затопления, и, как следствие, резкие колебания уровня грунтовых вод, периодически повторяющиеся в регионе сильные засухи и ранние осенние или поздние весенние заморозки, а

также сильные морозы в осенне-зимний период.

Климат Оренбуржья характеризуется теплым летом и холодной зимой с устойчивым снежным покровом: относительно малым количеством осадков, а также высокими годовыми амплитудами температуры, которые растут в восточном направлении за счет нарастания суровости зим. Зима отличается постоянством отрицательных температур и суровыми морозами, достигающими – 40 – 49°С. Оренбургское лето солнечное и жаркое.

Наиболее крупная река области – Урал, основная часть ее стока формируется в Оренбуржье за счет главного притока – Сакмары.

1.3 Почвы и рельеф

Оренбургская область расположена, в основном, в пределах двух физико-географических стран – Русской равнины и Уральских гор. Граница между ними проходит по западной окраине хребта Малый Накас, далее идет параллельно долине Большого Ика, пересекает Сакмаро-Уральское междуречье по линии Кондуровка – устье Бурли и тянется на юго-восток, к верховьям реки Бурли. Это главный ландшафтный рубеж края. К западу от него преобладают сначала предгорные холмисто-увалистые, а затем равнинные местности, связанные с геологической основой Русской равнины и ее Предуральского прогиба. К востоку развиты низкогорные и мелкосопочные местности складчатого Урала, сменяющиеся в районе Сары и к востоку от Орска высокой равниной (пенепленом) на кристаллическом фундаменте разрушенных Уральских гор [349, 350].

Второй важный природный рубеж области – граница между степной и лесостепной ландшафтными зонами. Она обусловлена, прежде всего, климатическими особенностями и выражается в смене зональных типов растительности и почвенного покрова. Наличие лесов на водоразделах не служит основанием для проведения этой границы. Северный предел степной зоны области обозначается по линии рек Малый Кинель – Большой Кинель – исток реки Салмыш – устье реки Большая Юшатырь – низовье реки Большой Ик – северная окраина

Саринского плато.

На северо-западе области обособится Заволжско-Предуральская лесостепная возвышенная провинция. Запад и юго-запад области образованы Общим Сыртом. По мере продвижения на юг он уступами понижается в сторону Прикаспия. К востоку от реки Салмыш Общий Сырт постепенно переходит в Предуралье.

К югу от долины среднего течения Урала расположен Подуральский Сырт (междуречье Урала и Илека). В горной части области выделяется Южноуральская низкогорная лесостепная провинция (к ней относятся Малый Накас, правобережье Сакмары и северо-западная часть Саринского плато).

Большая часть Саринского плато, Губерлинские горы и мелкосопочники к югу от Урала образуют Южноуральскую низкогорную степную провинцию. Почти весь восток входит в состав Южно-зауральской (Урало-Тобольской) высокоравнинной степной провинции. Только крайний юго-восток области относится к Западно-Тургайской степной провинции Тургайской столовой страны.

Характерна широтная зональность. От луговых степей к опустыненным последовательно сменяются следующие типы и подтипы почв: типичные, обыкновенные и южные черноземы, темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы.

Выделенные физико-географические провинции также неоднородны. В них прослеживаются подзоны северной, типичной и южной степей. Но наиболее полно отражают многообразие природы Оренбуржья ландшафтные районы. Структуру природных районов образуют так называемые типологические ландшафтные комплексы – типы местности и урочищ, которые можно считать природными угольями области [349, 350, 63].

Основные типы местности Оренбуржья: пойменный, надпойменно-террасовый, долинно-балочный, придолинно-плакорный, водораздельно-плакорный, сыртово-холмистый, бугристо-песчаный и низкогорно-рядовый.

Пойменный тип местности приурочен к заливаемым в период весеннего половодья участкам долин рек. Он распространен во всех провинциях области,

но наиболее развит на Общем Сырте и в Предуралье (поймы Урала, Самары, Сакмары, Илека и др.). Различают три уровня поймы: нижний, средний и верхний. Несмотря на незначительную площадь распространения, пойменный тип местности играет важную хозяйственную роль. Здесь сосредоточены леса края, лучшие сенокосные угодья.

Озера-старицы имеют большое рыбохозяйственное значение. Распахиваемые участки поймы используются для садоводства, овощеводства и бахчеводства. Надпойменно-террасовый тип местности развит по долинам всех значительных рек Оренбуржья. В бассейне Самары и по Уралу от Беляевки до Илека надпойменные террасы занимают, как правило, левобережные части долин. Вдоль Илека и по Уралу ниже Рассыпной они распространены на правобережье.

Долинно-балочный тип местности объединяет коренные склоны речных долин, балки и прилегающие к ним склоны. Он распространен во всех провинциях области. Природная структура долинно-балочного комплекса отличается большим разнообразием и динамичностью. Здесь интенсивно протекают процессы плоскостной и линейной эрозии и оползнеобразования. Придолинные и прибалочные склоны обычно распаханы. Верховья балок покрыты дубово-берёзовыми и осиновыми лесами. В глубоких логах вдоль ручьев пролегают узкие ленты черноольшаников [349, 350, 63].

Современная природная структура придолинных плакоров полностью состоит из антропогенных урочищ: полевых (сельскохозяйственных), лесокультурных, селитебных, дорожных. Придолинные плакоры – ценнейшие пахотные угодья, поэтому здесь сосредоточена основная часть посевов зерновых культур Оренбургской области.

Водораздельно-плакорный тип местности приурочен к сохранившимся от размыва ровным участкам высоких водоразделов. Он распространен на Общем Сырте, местами в Предуралье, на Саринском и Урало-Тобольском плато. Для водораздельных плакоров характерно глубокое (до 35 м) залегание грунтовых вод. На водораздельных плакорах Общего Сырта и Саринского плато встреча-

ются урочища бессточных западин глубиной 1 – 5 метров и диаметром до нескольких сот метров.

Сыртово-холмистый тип местности – своеобразный ландшафтный эндемик междуречий рек волжского и уральского бассейнов. Он представляет собой сочетания узких выпуклых седловинных водоразделов с большим количеством останцов – шиханов, шишек, сопок, где обнажаются плиты триасовых песчаников либо поля юрских галечников. На их поверхности разбросаны глыбы и обломки кварцитовидных дырчатых песчаников и конгломератов, достигающих иногда 4 – 7 метров в поперечнике [349, 350].

Бугристо-песчаный тип местности представляет собой массивы кучевых песков, не закрепленных или слабо закрепленных растительностью и распространенных чаще всего на правобережных надпойменных террасах, высоких поймах и бортах долин рек. Бугристые пески – своеобразные природные комплексы, наложенные на первичные типы местности.

В Оренбуржье бугристо-песчаный тип местности развит на правобережьях Самары, Урала, Илека, на междуречье Илека и Малой Хобды, в низовьях рек Кумака и Ори. Средняя мощность отложений золотых песков от 2 до 8 метров. Благодаря перевеванию на поверхности песчаных массивов образовались котловины выдувания и песчаные бугры (барханы) высотой до 5 – 6 метров. Песок способствует хорошему проникновению атмосферных осадков и талых вод вглубь и образованию устойчивого горизонта грунтовых вод на глубине от 1 до 4 метров [349, 350].

Низкогорно-грядовый тип местности широко распространен в горной части Оренбургской области (Малый Накас, Зиянчуринские гряды, Кувандыкские горы и другие). Он представляет собой сочетания линейно вытянутых гряд высотой до 400 – 600 метров и межгрядовых понижений, расчлененных речной сетью.

В Зауралье, кроме описанных выше, распространены междуречный недrenированный и междуречный скально-останцовый типы местностей. На крайнем юго-востоке Оренбургской области в пределах Тургайского плато раз-

виты озёрно-террасовый и прибрежно-озерный.

Типы местностей делятся на различные подтипы и варианты, связанные с особенностями рельефа и состава слагающих пород. Для каждого типа местности характерны закономерные сочетания типов урочищ.

Холмистая лесостепь с берёзовыми рощами, дубравами, липняками, степные увалы Общего Сырта, лесистые отроги Уральских гор, миниатюрные хребты, холмы и ущелья Губерлинского мелкосопочника. Все эти ландшафты характерны для Оренбургской области. На юге области, в Соль-Илецком районе, преобладает пустыня, на севере в районе Тюльгана – леса и горы, в центральной и восточной части области – оренбургские степи.

Разнообразие и контрастность природы Оренбуржья объясняется тем, что на территории Оренбургской области находятся пределы распространения многих видов флоры и фауны, а также проходит граница между Европой и Азией, Уральскими горами, степью и лесостепью [349, 350, 63].

Современный рельеф Оренбургской области сформировался в результате длительного размыва уральских складок и предуральских сыртовых равнин, а также под воздействием новейших тектонических движений. Почти вся западная часть области западнее реки Большой Ик относится к Общему Сырту (высшая точка – гора Медвежий Лоб – 405 м). На Общем сырте водораздельные пространства – плоские, с грядами останцов в виде острых или плосковершинных шиханов. Склоны долин изрезаны балками и оврагами.

На крайнем северо-западе области к Общему Сырту примыкает Бугульминско-Белебеевская возвышенность, представленная системой холмисто-увалистых сыртов, рассеченных глубокими долинами рек. На юге Общий Сырт сливается с равнинной частью Прикаспийской впадины, имеющей рельеф с отметками 70 – 80 м. В пред-уральской части Общий сырт приобретает облик низкогорий, среди которых выделяются Козьи горы высотой до 487 м и хребет Малый Накас. Самая высокая точка области на хребте Малый Накас в Тюльганском районе имеет отметку 667,8 м, самая низкая – урез реки Чаган у села Теплового Первомайского района – 27,6 м над уровнем моря. На западе и востоке

области рельеф характеризуется выровненными междуречьями и пологими склонами с невысокими останцовыми грядами, а в центральной части, на междуречье Большого Ика и Сакмары, он представляет собой низкогорье [349, 350, 63].

К востоку от рек Большой Ик и Бурля начинается Уральская горная страна. Рельеф здесь представляет собой систему меридиональных вытянутых плосковершинных хребтов и межгорных понижений.

Абсолютные отметки на главных водоразделах составляют 450 – 500 м, а долины рек врезаны на глубину до 200 м. Типично горный живописный рельеф, имеющий эрозионное происхождение, характерен для придолинных участков и прослеживается на отметках от 200 до 450 м по реке Сакмаре и ее притокам (хребет Шайтантау, Зиянчуриные гряды, Присакмарский мелкосопочник) и вдоль реки Урал (Губерлинские горы) [349, 350, 63].

Центральная часть Сакмаро-Уральского междуречья занята нагорной равниной с абсолютными отметками 450 – 500 м, слабо расчлененной широкими долинами, и носит название Саринское плато. Вдоль правого берега меридионального отрезка реки Урал в виде узкой невысокой гряды протягивается южное окончание хребта Ирэндык. Восточнее реки Урала складчатое основание Уральских гор представляет собой Урало-Тобольское плато. Абсолютные отметки междуречий здесь колеблются от 320 до 400 м.

Водораздельные пространства имеют плоскую форму, склоны пологи и часто переходят в мелкосопочники. Территория крайнего юго-востока области представляет собой молодую равнину, сливающуюся с Тургайской столовой страной, абсолютные отметки которой не превышают 300 – 320 м. Однообразие плоских равнин нарушается мелководными озерными ваннами и очень широкими, с пологими склонами, суходолами [349, 350].

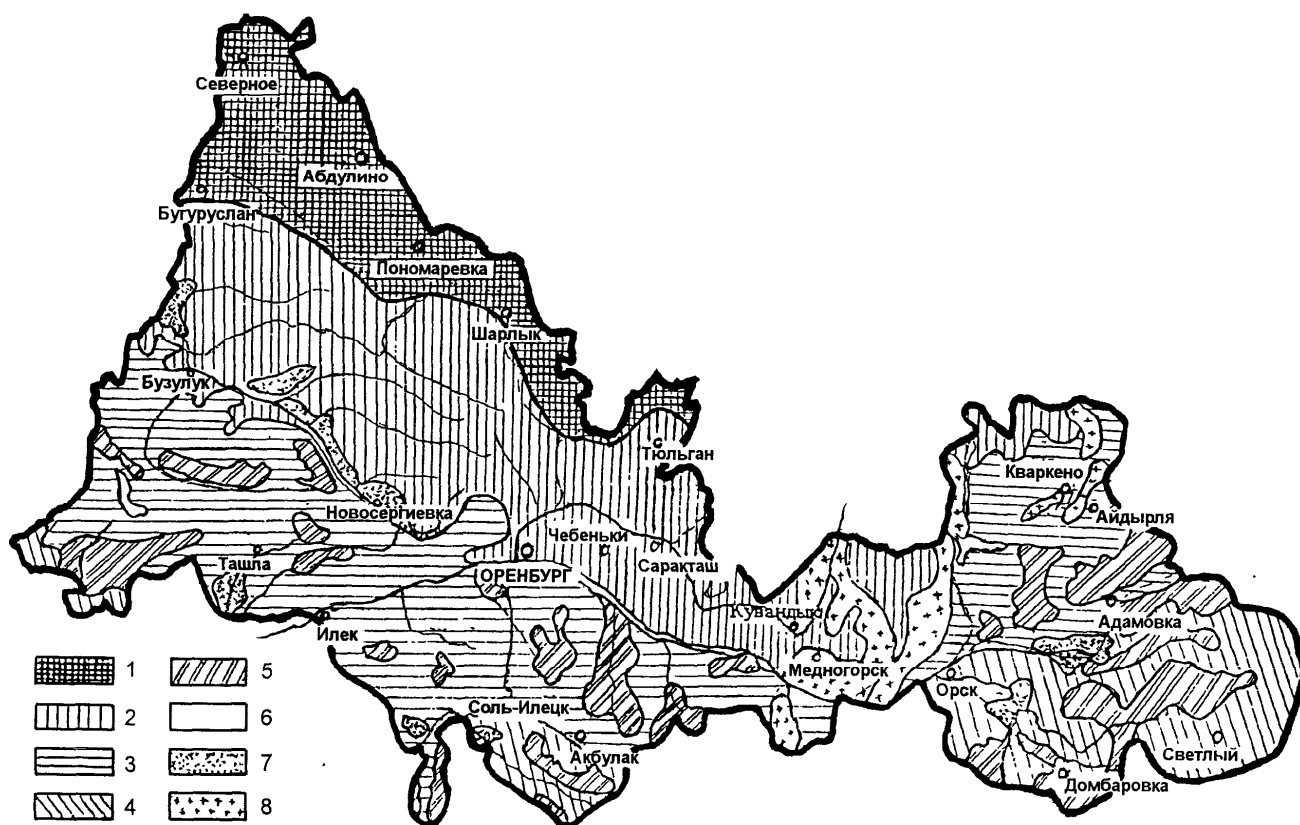


Рисунок 5 – Схематическая карта почв Оренбургской области:

1 – черноземы типичные; 2 – черноземы обыкновенные; 3 – черноземы южные; 4 – темно-каштановые почвы; 5 – солонцово-солончаковатые почвы; 6 – пойменно-луговые почвы; 7 – песчаные почвы; 8 – неполноразвитые почвы [349, 350]

Почвенный покров представлен в основном типичными черноземами и серыми лесными почвами (рис. 5). Лесная растительность на этих черноземах чувствует себя прекрасно не только в поймах рек, но и на их террасах, на холмистых водоразделах, на придолинных и междуречных равнинах. К югу влажность климата быстро убывает, и почвенный покров здесь представлен обыкновенными и южными черноземами [349, 350].

1.4 Биоклиматическая характеристика зонального экотона леса и степи Южного Предуралья

Южное Предуралье следует рассматривать как экотон. По Одуму: «Экотон представляет собой переход между двумя и более различными группировками, например, между лесом и степью. Это пограничная зона, или зона «напряжения», которая может иметь значительную линейную протяженность, но всегда бывает узкой от территорий самих соседних группировок» [246].

Экотоны можно рассматривать как неоднородные непрерывные структурные единицы растительности, которым присущи определенные свойства: в их пределах формируются типы местообитания со сложной мозаичной экологической структурой, смежные фитоценозы, где наблюдается высокое биоразнообразие видов с экологическими существенными особенностями, отсутствующими в стандартных лесных массивах.

Э.Г. Коломыц предложил термин ландшафтного экотона: «Ландшафт-экотоном является» группировка «природно-территориальных комплексов как относительно однородных на данном иерархическом уровне географических образований, функционально взаимосвязанных и пространственно упорядоченных соответствующими геопотоками» [155, 156]. Особое внимание было уделено трансконтинентальному бореальному экотону как целой системе зональных границ, отделяющих бореальный пояс от суббореального [156].

Провинция Южного Предуралья располагается от увалов Общего Сырта (западная и центральная части Оренбургской области) до низких предгорий Южного Урала. Кроме Оренбургской области в состав Южного Предуралья относят и часть Республики Башкортостан. Достаточно пересеченный рельеф и резко континентальный климат способствуют четкому проявлению вертикальной дифференциации ландшафтов. Так, увалы и предгорья покрыты степной растительностью, а понижения рельефа, особенно широкие надпойменные террасы рек, покрыты широколиственными лесами.

Границы ландшафтного экотона Южного Предуралья в пределах Оренбургской области можно рассматривать между лесом и лесостепью, степью и начинающейся полупустыней на юге области.

Наблюдается постепенное наступление песков на юг Оренбургской области, что в дальнейшем может привести к опустыниванию южную и центральную часть Оренбургской области [169, 170].

Зональный экотон леса и степи характеризуется специфическими типами местообитаний, имеющими сложную экологическую структуру (экологически отличные популяции различных видов из смежных фитоценозов).

Зональный экотон Южного Предуралья включает экологическую границу популяций флоры и фауны. Для него характерен большой уровень биологического разнообразия [246, 155, 156]. Так, по данным А.А. Чибилева, фауна леса и лесостепи насчитывает 44 типично лесных вида, а степи – 36 типично степных видов. Флора леса и степи представлена, соответственно, 569 видами, степи – 231 типично степным видом [349, 350].

Проблемы сохранения зонального экотона леса и степи и воспроизводства лесных ресурсов, где «лесные сообщества находятся в состояниях, близких к критическим», подробно рассмотрены в работах Э.Г. Коломыца, Г.С. Розенберга и др. [156, 157].

Состояние проблемы устойчивости в лесной экологии рассматривалось Э.Г. Коломыцем, Г.С. Розенбергом, Л.С. Шарой [157]. Был проведен анализ причин нарушения устойчивости и дана оценка применимости математических моделей устойчивости к ландшафтно-экологическим системам.

При оценке состояния и климатогенных изменений растительности необходимо учитывать систему экотонов – «переходов между сообществами растений на зональных границах бореальных лесов» в связи более сильным воздействием климата на растительность и ответной реакции последней. Так, в работе В.А. Усольцева и А.И. Колтуновой выделена иерархическая система пространственных экотонов, где зональный экотон леса и степи является самым крупным делением [334].

Рассматривая ареалы распространения филофагов, можно отметить, что дубовая зелёная листовёртка распространена в европейской части Российской Федерации в пределах произрастания дуба, в горных лесах Крыма, в дубовых лесах Южного берега Крыма. Ареал вредителя охватывает Европу, Малую Азию, Иран, северо-западный регион Африканского континента. На территории Оренбургской области находится юго-восточная граница ареала обитания данного филофага. Ареал непарного шелкопряда охватывает всю Европу: северная граница – по Южной Скандинавии и Южной Финляндии; Северную Африку; Северную Америку от Атлантики до Тихого океана; Азию: Ливан, Израиль, Сирию, Турцию, Иран, Афганистан, Монголию, Китай, Корею, Японию, Тайвань. В России этот вид встречается повсеместно. Это трансзональный вид. Ареал златогузки охватывает Западную и Восточную Европу, Малую и Среднюю Азию. На территории Оренбургской области располагается восточная граница ареала обитания филофага. Рыжий сосновый пилильщик распространён по всей Евразии в зоне произрастания сосен различных видов. Завезён в Северную Америку. Это трансзональный вид. Звёздчатый пилильщик-ткач распространён по всей Евразии. Трансзональный вид.

На территории Оренбургской области в соответствии с природно-климатическими условиями было выделено шесть зон: I – Северная; II – Западная; III – Юго-западная; IV – Центральная; V – Южная; VI – Восточная. Зоны четко определяются распространением границы ареалов обитания типичных лесных и степных видов. Типичные европейские виды – дуб черешчатый (зона I, II, III, IV), вяз гладкий (зона I, II, частично IV), ива ушастая и остролистная (зона I, II, частично III и IV), лещина обыкновенная, бересклет бородавчатый (зона I, II) – имеют восточные и юго-восточные пределы распространения; южные – лиственница сибирская (зона I), сосна обыкновенная (зона I, II, III, V, VI); северные – степные виды: тамарикс многоветвистый (зона I, II, III, V, VI), джужгун безлистный (зона V, VI), ломонос (зона V, VI), ива каспийская (зона V, VI), лох серебристый (зона частично III, IV V, VI).

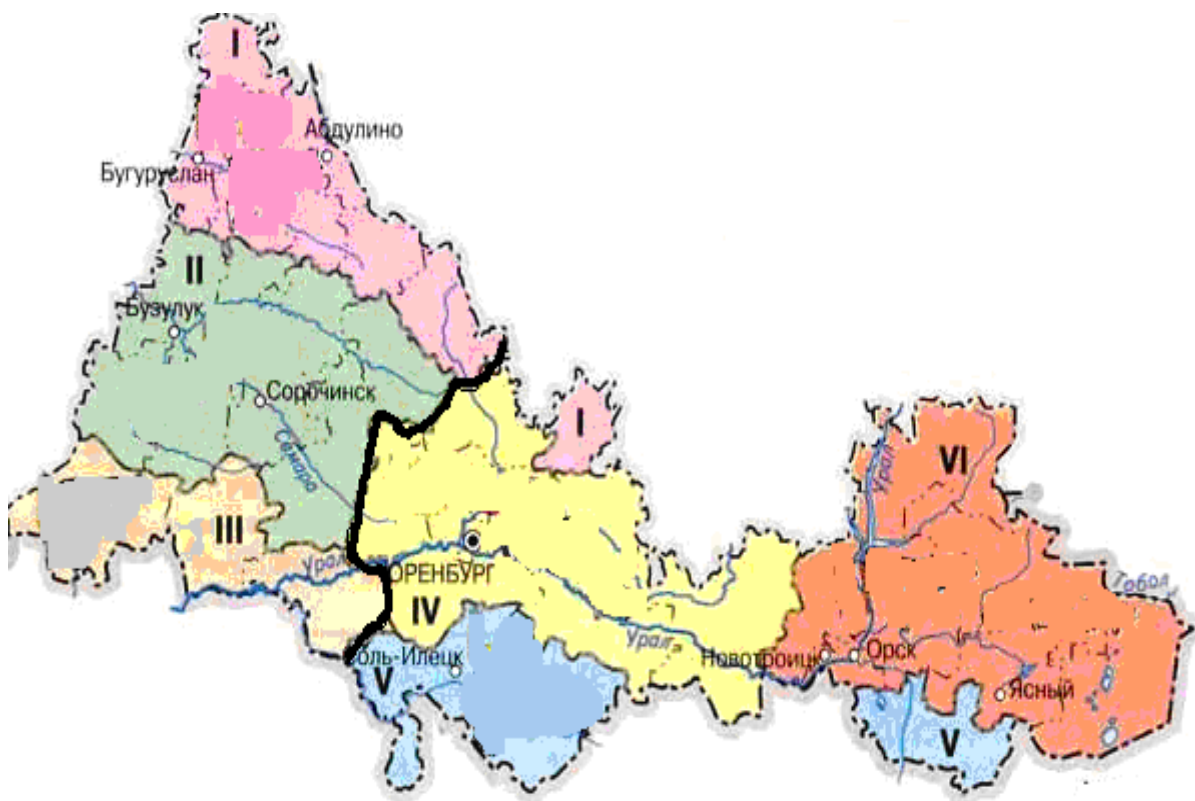


Рисунок 6 – Характеристика зонального экотона леса и степи Оренбургской области (■ – граница экотона, I – Северная; II – Западная; III – Юго-западная; IV – Центральная; V – Южная; VI – Восточная)

В каждой зоне рассматривались площади, покрытые лесом, в т.ч. занятые лесными культурами, особенности естественной древесно-кустарниковой растительности, степная растительность, преобладающие почвы, климатические факторы (ГТК (средний многолетний), средняя температура января, средняя температура июля, суммарное годовое количество осадков, суммарное количество осадков теплого периода, средняя глубина промерзания почвы, средняя высота снегового покрова (табл. 1, рис. 6).

Ландшафтный подход к анализу участков геопространства Оренбургской области позволяет распределить все лесопригодное пространство по соответствующим зонам.

Так, Северная и Западная зоны относятся к лесостепной, Юго-западная, Центральная – к степной, а южная часть Южной и Восточной зон – к полупус-

тынной природной зоне.

Сравнивая зоны Оренбургской области, можно отметить резкое уменьшение количества лесных видов при переходе от I – III к IV – VI зонам, и, наоборот, увеличение видового многообразия степных видов, что подтверждается исследованиями Е.В. Беяниной [23].

Площадь I – III зон, покрытая лесом, составляет 243997 га, в т.ч. 39732 га лесных культур, или 16,28%. На долю насаждений с нарушенной или утраченной устойчивостью приходится 3,88%.

Площадь IV – VI зон, покрытая лесом, составляет 159516 га, в т.ч. 47141 га лесных культур, или 29,55%. На долю насаждений с нарушенной или утраченной устойчивостью приходится 11,12%.

Также отмечается существенная разница климатических показателей: у I – III зон средний многолетний ГТК вегетационного периода находится в пределах 0,93 – 0,96, у зон IV – VI – в пределах 0,51 – 0,55. Различия между зонами более значимы на 0,1% уровне, т. е. ГТК I – III зон существенно выше, чем у IV – VI зон ($t_{Эмп} = 42$; при $p \leq 0,05$ $t_{кр} = 2,78$, при $p \leq 0,01$ $t_{кр} = 4,6$).

Средняя температура января I – III зон составляет $-14,58^{\circ}\text{C}$, IV – VI зон – $-15,92^{\circ}\text{C}$; соответственно, средняя температура июля составляет $20,75$ и $20,67^{\circ}\text{C}$.

Суммарное годовое количество осадков I – III зон в среднем составляет $391,67$ мм, IV – VI зон – $308,33$ мм. Суммарное количество осадков теплого периода в среднем составляет 290 мм, IV – VI зон – $191,67$ мм.

Средняя глубина промерзания почвы I – III зон составляет 100 см, IV – VI зон – 130 см. Средняя высота снегового покрова I – III зон в среднем составляет не более 36 см, IV – VI зон – не более 26 см.

На основании проведенного анализа мы предполагаем, что граница зонального экотона леса и степи на территории Оренбургской области проходит между I – III и IV – VI зонами. Наибольшее угнетение древесной растительности наблюдается на юге и юго-востоке области на солонцах.

Таблица 1 – Биоклиматическая характеристика зонального экотона леса и степи Оренбургской области

Зона	Лесо-покрытая площадь, га	Площадь лесных культур, га / в % от покрытой лесом площади	Площадь насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью, га / в % от покрытой лесом площади	Естественная древовесно-кустарниковая растительность	Степная растительность	Сельскохозяйственная специализация	Преобладающие почвы	ГТК (средний многолетний)	Средняя температура января, °С	Средняя температура июля, °С	Годовое количество осадков (суммарное), мм	Количество осадков теплого периода (суммарное), мм	Средняя глубина промерзания почвы, см	Средняя высота снежного покрова, см
I Северная	136463	14287 / 10,47	3129 / 2,29	Сосна, лиственница, дуб, клён, вяз гладкий, липа, берёза, ольха чёрная, осина, ива кустарниковая, лещина, бересклет, яблоня лесная	Луговые (богатотравно-злаковые) степи	Озимые и яровые зерновые культуры, подсолнечник, молочноескотноеводство, свиноводство	Чернозёмы типичные, серые почвы	0,94	-14,5 – 15	20	400 – 500	300 – 350	< 80 – 80	30 – 50
II Западная	62136	13120 / 21,12	3576,5 / 5,76	Сосна, дуб, вяз гладкий, берёза, липа, тополь, осина, ольха чёрная, ива кустарниковая, тёрн, черёмуха, рябина, ирга, крушина, спирея, ракитник, лещина, бересклет	Разнотравно-ковыльные степи, типчаково-ковыльные степи	Озимые и яровые зерновые культуры, подсолнечник, молочноескотноеводство	Чернозёмы обыкновенные	0,96	-14,5 – 15	20 – 21	350 – 400	250 – 300	100 – 120	< 30 – 40
III Юго-западная	45398	12325 / 27,15	2771,9 / 6,11	Сосна, дуб, тополь, ива, клён, осина, крушина, жимолость, черёмуха, яблоня лесная, ива кустарниковая	Полынно-злаковые степи, типчаково-ковыльные степи	Яровые зерновые культуры, молочно-мясное скотноеводство, овцеводство	Чернозёмы южные, солонцовые комплексы	0,93	-14 – 14,5	22	300 – 350	250	120	< 30

IV Цен- тра- льная	111398	24315 / 21,83	5068,2 / 4,55	Дуб, ясень, клён, вяз гладкий, тополь, ива, тёрн, вишня степная, миндаль степной, спирея, дереза, можжевель- ник казачкий	Разнотрав- но- ковыльные степи, тип- чаково- ковыльные степи, ка- менистые степи	Яровые зерно- вые культуры, подсолнечник, овоще- и карто- фелеводство, молочно-мяс- ное скотовод- ство, птицево- дство, свино- водство	Чернозёмы обыкновен- ные, юж- ные, солон- цовые ком- плексы	0,51	-15 – 15,5	20 – 21	350 – 400	200 – 250	100 – 120	30 – 40
V Южная	9654	6122 / 63,41	3677,5 / 38,09	Частично сосна, ясень, ольха чёрная, тополь, ива, вишня степная, миндаль степной, можже- вельник казачкий, тамарикс, джугун безлистный, ломо- нос	Полынно- злаковые степи, ка- менистые степи, со- лонцово- солончako- вые (гало- фильные) степи	Яровые зерно- вые культуры, мяс- бахчевые, мяс- ное и мясо- молочное ско- товодство, ов- цеводство	Тёмно- каштановые почвы, чер- нозёмы южные, со- лонцовые комплексы	0,55	-15 – 16,5	20 – 22	250 – 300	150 – 200	140 – > 140	< 30
VI Вос- точ- ная	38464	16704 / 43,43	8985,8 / 23,36	Сосна, берёза, оси- на, тополь, миндаль степной, вишня степная, лох, мож- жевельник казац- кий, тамарикс, джугун безлист- ный, ломонос	Полынно- злаковые степи, тип- ча-ково- ковыль- ные степи, камени- стые степи, солонцово- солончako- вые (гало- фильные) степи	Яровая пшени- ца, ячмень, мясное ското- водство, овце- водство, козо- водство, свино- водство	Тёмно- каштановые почвы, чер- нозёмы южные, со- лонцовые комплексы	0,51	-16 – 17,5	20 – 21	250 – 300	150 – 200	140 – > 140	< 30

Основная экспериментальная и аналитическая работа, а также написание и публикация статей по данным разделам 1.1, 1.4 были проведены диссертантом. Консультационная помощь была оказана Кулагиным Алексеем Юрьевичем, д.б.н., профессором (ФГБУН Институт биологии Уфимского научного центра РАН).

ГЛАВА 2 ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НАСАЖДЕНИЙ ЗОНАЛЬНОГО ЭКОТОНА ЛЕСА И СТЕПИ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

В насаждениях лесного фонда Оренбургской области проводится лесопатологический мониторинг на площади 413,1 тыс. га, что позволяет своевременно выявлять очаги массового размножения насекомых-филлофагов и болезни, а также отслеживать динамику состояния насаждений.

Определение мониторинга многогранно и ёмко. Так, Ю.А. Израэль рассматривал мониторинг как «систему наблюдений, оценки и прогноза антропогенных изменений состояния окружающей природной среды». Он акцентировал внимание на прогнозе и ввел термин «мониторинг окружающей среды», где выделил антропогенный фактор как основную причину этих изменений [156].

И.П. Герасимов (Герасимов, 1985) рассматривал «Мониторинг как систему наблюдений и контроля за состоянием окружающей среды с целью рационального использования природных ресурсов, охраны природы и обеспечения стабильного функционирования геосистем различного хозяйственного назначения [156].

Под лесопатологическим мониторингом в настоящее время понимается «система наблюдений за состоянием лесов, нарушением их устойчивости, повреждением (поражением) вредными организмами и другими негативными воздействиями природного и антропогенного характера, наблюдений за неблагоприятными факторами, влияющими на состояние лесов, а также система их оценки и прогноза». В программу мониторинга включаются: анализ состояния насаждений, популяций лесных насекомых и патогенов конкретной экологической обстановки, а также прогнозирование динамики численности насекомых, развития болезней леса и степени их воздействия на лесные биогеоценозы [225, 230].

2.1 Характеристика лесного фонда и состояние насаждений

На 01.01.2011 г., по данным Государственного лесного реестра Оренбургской области, общая площадь земель Оренбургской области, на которых расположены леса, составляет 709,3 тыс. га, в том числе покрытая лесной растительностью – 563,8 тыс. га. Лесистость области – 4,6%.

В состав лесного фонда Оренбургской области входят:

- мягколиственные – 209,0 тыс. га, 50,4% от покрытой лесной растительностью площади;
- твердолиственные – 150,7 тыс. га, 36,4%, из них дубовые – 96,3 тыс. га, 23,2%;
- хвойные – 29,9 тыс. га, 7,2%;
- прочие древесные породы – 3,4 тыс. га, 0,8%;
- кустарники – 21,3 тыс. га, 5,2%.

Возрастная структура лесов представлена группами возраста:

- *молодняки* – 81,9 тыс. га, или 19,8% от покрытой лесной растительностью площади, в том числе:
 - хвойные – 24,8 тыс. га, 6,0%;
 - твердолиственные – 28,9 тыс. га, 6,9%;
 - мягколиственные – 26,5 тыс. га, 6,4%;
- *средневозрастные насаждения* – 165,9 тыс. га, или 40,0% от покрытой лесной растительностью площади, в том числе:
 - хвойные – 4,9 тыс. га, 1,2%;
 - твердолиственные – 66,2 тыс. га, 16%;
 - мягколиственные – 81,5 тыс. га, 19,7%;
- *приспевающие* – 70,7 тыс. га;
 - хвойные – 0,1 тыс. га;
 - твердолиственные – 66,2 тыс. га, 15,9%;
 - мягколиственные – 81,5 тыс. га, 19,7%;

- спелые и перестойные древостои – 95,9 тыс. га, 23,1%, в том числе:
- хвойные – 0,1 тыс. га, 0,02%;
- твердолиственные – 21,5 тыс. га, 5,2%;
- мягколиственные – 67,9 тыс. га, 16,4%.

Таблица 2 – Лесная и лесопокрытая площадь по лесничествам

Лесничество	Год учёта лесного фонда	Земли лесного фонда, тыс. га		Лесопокрытая площадь, тыс. га
		всего	в том числе на территории аренды	
Абдулинское	01.01.2011	18,2	0	15,6
Адамовское	01.01.2011	10,8	8,1	5,5
Акбулакское	01.01.2011	7,6	0	2,9
Асекеевское	01.01.2011	5,5	0	4,8
Беляевское	01.01.2011	17,0	0,4	11,1
Бугурусланское	01.01.2011	35,1	3,1	32,2
Бузулукское	01.01.2011	33,7	0,03	28,5
Грачевское	01.01.2011	8,3	0	7,5
Домбаровское	01.01.2011	14,8	0,002	4,2
Илекское	01.01.2011	30,3	20,9	22,1
Кваркенское	01.01.2011	17,8	0	12
Краснохолмское	01.01.2011	25,9	14,5	19,4
Кувандыкское	01.01.2011	34,6	0,09	27,2
Новосергиевское	01.01.2011	13,1	6,2	11,3
Новотроицкое	01.01.2011	14,5	0	11,9
Оренбургское	01.01.2011	25,1	9,3	18,3
Орское	01.01.2011	10,4	0,04	4,3
Первомайское	01.01.2011	14,9	0	10,8
Пономаревское	01.01.2011	11,1	9,9	8,7
Саракташское	01.01.2011	22,6	0,009	17,5
Сакмарское	01.01.2011	12	1,5	8,9
Северное	01.01.2011	40,4	0,1	36,2
Соль-Илецкое	01.01.2011	10,3	0,001	5,6
Сорочинское	01.01.2011	27,1	0,002	22,8
Ташлинское	01.01.2011	23,3	13,2	16,5
Тюльганское	01.01.2011	32,5	22,1	29,2
Чернореченское	01.01.2011	11,2	3,9	8,9
Шарлыкское	01.01.2011	13,1	0	10,4
Всего		541,2	113,374	414,3

Таблица 3 – Распределение площади насаждений лесничеств по целевому назначению лесов и категориям защитных лесов по лесничествам

Лесничество	Распределение площади насаждений по целевому назначению лесов, тыс. га			Распределение площади защитных лесов по категориям, тыс. га								
	защитные	эксплуатационные	Резервные	гос. защит. лесные полосы	леса, имеющ. на-уч. или истор. значение	памятники природы	особо ценные лесные массивы	противоэрозийные леса	зап.полосы, защ.нерестилища ценных промысловых рыб	заповедные лесные участки	леса зелен. зон, лесопарковая часть	
Абдулинское	15,6	-	-	-	0,2	0,5	3,5	11,4	-	-	-	
Адамовское	5,5	-	-	-	0,1	-	5,3	-	-	-	0,1	
Акбулакское	2,9	-	-	-	-	-	-	2,9	-	-	-	
Асекеевское	4,8	-	-	-	-	-	0,7	4	-	-	0,1	
Беляевское	11,1	-	-	2,7	0,2	-	-	-	8,2	-	-	
Бугурусланское	32,2	-	-	-	4,5	-	7	20,7	-	-	-	
Бузулукское	28,5	-	-	-	0,2	-	12,1	15,7	-	-	0,5	
Грачевское	7,5	-	-	-	-	-	-	7,5	-	-	-	
Домбаровское	4,2	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	
Илекское	22,1	-	-	2,3	0,1	0,3	-	5,6	13,6	-	0,2	
Кваркенское	12	-	-	-	0,2	0,4	6,4	3,9	1	-	0,1	
Краснохолмское	19,4	-	-	2,8	0,2	0,4	-	6,6	9,2	-	0,2	
Кувандыкское	27,2	-	-	1,4	0,7	0,2	-	10,6	6,8	5,6	1,9	
Новосергиевское	11,3	-	-	-	0,1	0,5	2,1	8,3	-	-	0,3	
Новотроицкое	11,9	-	-	-	0,3	-	5,6	4,7	-	-	1,3	
Оренбургское	18,3	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	15,5	
Орское	4,3	-	-	1	-	-	-	-	1,5	-	1,8	
Первомайское	10,8	-	-	-	0,1	-	-	10,7	-	-	-	
Пономаревское	8,7	-	-	-	0,3	-	-	8,3	-	-	0,1	
Саракташское	17,5	-	-	-	-	0,7	-	6,1	9,9	-	0,8	
Сакмарское	8,9	-	-	-	0,2	-	-	2	6,7	-	-	
Северное	36,2	-	-	-	0,5	-	13,1	22,6	-	-	-	
Соль-Илецкое	5,6	-	-	-	-	0,2	-	3,4	1,8	-	0,2	
Сорочинское	22,8	-	-	-	0,3	0,9	3,8	17,3	-	-	0,5	
Ташлинское	16,5	-	-	0,5	0,1	-	-	7,6	8,1	-	0,2	
Тюльганское	29,2	-	-	-	0,5	0,6	23,6	4,3	-	-	0,2	
Чернореченское	8,9	-	-	0,7	0,2	-	-	3,6	2	-	2,4	
Шарлыкское	10,4	-	-	-	0,2	-	2,1	8,1	-	-	-	
Всего по Оренбургской области	414,3	-	-	14,2	9,2	4,7	85,3	200,1	68,8	5,6	26,4	

Таблица 4 – Распределение площади насаждений по породам и группам
возраста (для важнейших древесных пород) (на 01.01.2011 г.)

Порода	Группа возраста	Площадь, тыс. га	Запас насаждений	
			кбм/га	тыс. кбм
Сосна	молодняки	24,4	59	144000
	средневозрастные	4,9	210	103000
	приспевающие	0,1	200	2000
	спелые и перестойные	0,1	200	2000
Итого по породе		29,5	85	251000
Ель	молодняки	0,1	-	-
	средневозрастные	-	-	-
	приспевающие	-	-	-
	спелые и перестойные	-	-	-
Итого по породе		0,1	-	-
Лиственница	молодняки	0,3	100	3000
	средневозрастные	-	-	-
	приспевающие	-	-	-
	спелые и перестойные	-	-	-
Итого по породе		0,3	100	3000
Дуб высокоствольный	молодняки	3,5	60	21000
	средневозрастные	2,4	163	39000
	приспевающие	-	-	-
	спелые и перестойные	-	-	-
Итого по породе		5,9	101	60000
Дуб низкоствольный	молодняки	3,8	24	9000
	средневозрастные	41,5	131	544000
	приспевающие	27,2	159	432000
	спелые и перестойные	17,9	165	296000
Итого по породе		90,4	148	1341000
Ясень	молодняки	4,1	15	6000
	средневозрастные	6,6	72	48000
	приспевающие	-	-	-
	спелые и перестойные	-	-	-
Итого по породе		10,7	50	54000
Клён	молодняки	8,4	50	42000
	средневозрастные	10,7	101	108000
	приспевающие	0,5	60	3000
	спелые и перестойные	0,1	100	1000
Итого по породе		19,7	78	154000
Вяз	молодняки	9,1	18	16000
	средневозрастные	5,0	48	24000
	приспевающие	6,4	56	36000
	спелые и перестойные	3,5	89	31000
Итого по породе		24,0	45	107000
Берёза	молодняки	4,3	28	12000
	средневозрастные	16,7	113	188000
	приспевающие	13,1	127	167000
	спелые и перестойные	10,3	132	136000
Итого по породе		44,4	113	502000

Порода	Группа возраста	Площадь, тыс. га	Запас насаждений	
			кбм/га	тыс. кбм
Осина	молодняки	8,9	39	35000
	средневозрастные	13	135	176000
	приспевающие	9,0	168	151000
	спелые и перестойные	15,1	189	286000
Итого по породе		46	140	648000
Ольха черная	молодняки	0,1	-	-
	средневозрастные	2	110	2200
	приспевающие	1,2	158	19000
	спелые и перестойные	1,6	175	28000
Итого по породе		4,9	141	69000
Липа	молодняки	4,5	40	18000
	средневозрастные	34,9	177	619000
	приспевающие	3,9	225	88000
	спелые и перестойные	3,3	200	66000
Итого по породе		46,6	170	791000
Тополь	молодняки	8,3	12	1000000
	средневозрастные	13,8	106	146000
	приспевающие	4,9	188	92000
	спелые и перестойные	32,8	243	800000
Итого по породе		59,8	175	1048000
Ива древоидная	молодняки	0,4	75	3000
	средневозрастные	1,1	127	14000
	приспевающие	1	140	14000
	спелые и перестойные	4,8	162	78000
Итого по породе		7,3	153	112000
Всего	молодняки	76,1	40,2	306000
	средневозрастные	150,5	133,5	2010000
	приспевающие	65,4	148,6	972000
	спелые и перестойные	87,1	195,5	1703000
Всего		389,6	130	5080000

Земли лесного фонда Оренбургской области – 541,2 тыс. га, в том числе покрытые лесной растительностью – 414,3 тыс. га (без учета сельских лесов, лесопокрытая площадь которых 81,6 тыс. га) (табл. 2, 4, 6).

Лесостепной лесозащитный район включает в себя лесничества: Абдулинское, Асекеевское, Бугурусланское, Бузулукское, Пономаревское, Северное, Тюльганское.

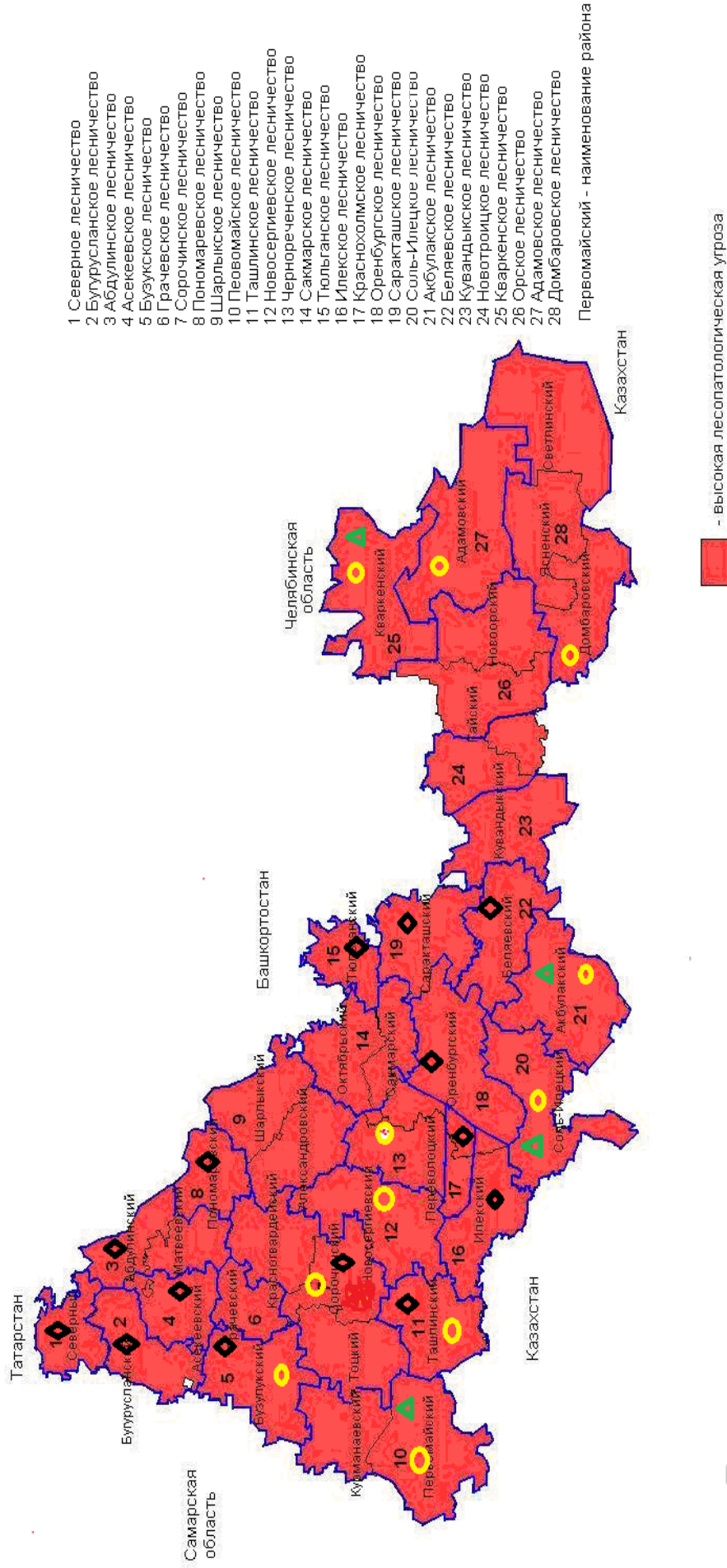
Степной лесозащитный район включает в себя лесничества: Адамовское, Акбулакское, Беляевское, Грачевское, Домбаровское, Кваркенское, Краснохолмское, Кувандыкское, Новосергиевское, Новотроицкое, Оренбургское, Орское, Первомайское, Саракташское, Соль-Илецкое, Сорочинское, Илекское, Са-

ракташское, Ташлинское, Чернореченское, Шарлыкское (табл. 3).

Оренбургская область отнесена к зоне сильной лесопатологической угрозы, в которой с учётом лесорастительного районирования, утверждённого приказом Министерства сельского хозяйства РФ № 37 от 04.02.2009 г., выделены два лесозащитных района: лесостепной и степной (табл. 5, рис. 7).

Таблица 5 – Распределение площади насаждений по зонам лесопатологической угрозы с учётом сельских лесов (на 31.12.2011 г.)

Зона лесопатологической угрозы	Лесозащитный район	Лесничество	Лесопокрытая площадь, тыс.га
Сильная	Лесостепной	Абдулинское	19,5
		Асекеевское	5,4
		Бугурусланское	37,2
		Бузулукское	34,8
		Пономаревское	10,6
		Тюльганское	32,5
		Северное	39,1
	Итого по лесозащитному району		
Сильная	Степной	Адамовское	5,9
		Акбулакское	4,0
		Беляевское	12,5
		Грачевское	7,5
		Домбаровское	5,0
		Илекское	25,9
		Кваркенское	13,5
		Краснохолмское	19,3
		Кувандыкское	34,9
		Новосергиевское	15,4
		Новотроицкое	17,8
		Оренбургское	21,1
		Орское	4,8
		Первомайское	11,2
		Сакмарское	12,7
		Саракташское	22,8
		Соль-Илецкое	5,9
		Сорочинское	28,6
		Ташлинское	20,0
	Чернореченское	11,7	
Шарлыкское	13		
Итого по лесозащитному району			313,5
Всего по Оренбургской области			492,6



- 1 Северное лесничество
 - 2 Бугурусланское лесничество
 - 3 Абдуллинское лесничество
 - 4 Асекеевское лесничество
 - 5 Бузукское лесничество
 - 6 Грачевское лесничество
 - 7 Сорочинское лесничество
 - 8 Пономаревское лесничество
 - 9 Шарлыкское лесничество
 - 10 Первомайское лесничество
 - 11 Ташлинское лесничество
 - 12 Новосергиевское лесничество
 - 13 Чернореченское лесничество
 - 14 Сакмарское лесничество
 - 15 Тюльганское лесничество
 - 16 Илекское лесничество
 - 17 Краснохолмское лесничество
 - 18 Оренбургское лесничество
 - 19 Саракташское лесничество
 - 20 Соль-Илецкое лесничество
 - 21 Акбулакское лесничество
 - 22 Беляевское лесничество
 - 23 Кувандыкское лесничество
 - 24 Новотроицкое лесничество
 - 25 Кваркенское лесничество
 - 26 Орское лесничество
 - 27 Адамовское лесничество
 - 28 Домбаровское лесничество
- Первомайский - наименование района

Рисунок 7 – Карта лесозащитного районирования Оренбургской области с административным делением территории и границами лесничеств (данные филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Оренбургской области»), где наблюдались очаги массового размножения в 2012 году: **◆** – непарного шелкопряда, **●** – звёздчатого пилильщика–ткача, **▲** – рыжего соснового пилильщика

Таблица 6 – Состояние лесного фонда Оренбургской области на 01.01.2007 г.

Лесничества	Общая площадь земель лесного фонда	Покрытые лесной растительностью	В том числе лесные культуры	Распределение по группам возраста (га/тыс. кубометров)				Общий средний прирост тыс. кубм	Средний возраст, лет	
				молодняки		средневозрастные	припе- вающие			спелые и пе- рстойные
				I класса	II класса					
Абдулинское	17561	15364/1677,5	1957	1857/41,9	1292/84,2	7324/821,8	2881/366,1	2010/264,0	-	-
Адамовское	8402	5598/230,7	4701	1398/10,7	900/32,6	2021/102,6	905/72,8	374/12,0	-	-
Акбулакское	7638	3749/105,0	3420	695/9,5	1732/28,8	1146/52,0	56/0,3	120/13,2	-	-
Асекеевское	5499	4806/595,9	806	454/9,6	431/38,1	2180/280,2	118/166,0	623/102,0	10,9	48
Беляевское	16687	11129/756,9	3838	206/1,4	552/10,6	4761/210,4	2282/127,9	3328/406,6	-	-
Бугурусланское	35124	32062/4624,0	3572	2415/49,3	3346/272,8	17485/2831,3	4353/706,5	4463/764,1	-	-
Бузулукское	33743	28244/3963	5054	2022/49,7	3662/315,7	11715/1759,2	6409/1019,7	4436/818,8	-	-
Домбаровское	14846	4966/108,8	4492	1528/11,6	2345/55,8	878/37,3	72/2,1	143/2,0	8,7	16
Илекское	30250	21978/2625,6	4843	1403/18,0	2128/80,9	6345/537,5	4144/553,6	7958/1435,6	76,3	-
Кваркенское	17830	11479/1229,2	3677	2715/36,7	2165/131,5	4779/811,8	948/127,6	872/121,6	30,6	-
Краснохолмское	25848	19321/2334,3	5397	1019/12,8	2736/149,6	8166/745,0	2823/463,5	4577/963,4	68,7	-
Кувандыкское	34540	27171/3640,0	2691	504/4,9	1189/40,0	13194/1517,5	5747/808,5	6537/1269,1	79,3	-
Новосергиевское	12618	11311/1220,6	2638	788/11,4	1266/90,1	4536/514,3	2860/369,4	1861/235,4	29,7	47
Новотроицкое	14525	11917/1351,6	845	843/7,8	655/33,6	3323/306,1	3502/451,4	3594/552,7	28,9	-
Оренбургское	25155	18611/2829,9	6924	452/4,8	1965/157,2	7633/725,4	1597/235,9	6964/1706,6	72,5	-
Орское	8948	4804/279,6	2989	397/2,1	1405/28,2	1096/46,6	767/33,8	1139/168,9	8,5	-
Первомайское	10415	7082/318,9	5254	1754/35,0	2927/37,0	862/84,5	649/82,0	594/80,4	-	-
Пономаревское	9971	8707/1121,1	1853	1103/18,8	972/69,8	3743/590,4	1357/213,7	1532/224,4	-	-
Сакмарское	11818	8844/1183,3	1112	224/1,6	914/26,0	3104/311,9	1509/255,5	3093/588,8	31,6	-
Саракташское	22596	17428/3168,1	2445	943/12,7	1314/51,8	5433/707,5	2542/495,4	7196/1900,7	81,4	-
Северное	39463	35984/5233,0	2862	2548/61,1	3822/282,0	18926/3018,0	5318/870,6	5370/1001,3	120,0	46
Соль-Илецкое	10035	5905/349,2	2702	833/349,2	613/11,8	2033/117,7	833/48,2	1593/127,8	-	-
Сорочинское	25853	22581/2398,1	5428	2848/58,3	2789/253,3	7441/819,8	4136/492,9	5367/773,8	50,8	-
Ташлинское	22989	16338/2045,2	2228	900/10,5	958/35,9	4785/400,2	3357/449,7	6338/1148,9	48,6	-
Тюльганское	32517	29233/4403,1	1314	1355/22,9	1904/141,1	14208/2018,0	4238/827,7	7528/1393,4	82,1	-
Чернореченское	11175	8894/1139,0	1908	184/2,3	714/39,9	2107/201,0	1559/199,7	4330/696,1	26,8	-
Шарлыкское	11482	10307/1298,0	1923	954/13,6	950/62,6	3921/557,4	2632/392,5	1850/271,9	27,7	-
ИТОГО	517,5	403,4/50,14	86,8	32,1/0,51	45,7/2,58	163,8/20,18	68,6/9,75	93,2/17,12	1,19	-

Несмотря на проведенные санитарно-оздоровительные мероприятия, произошло увеличение общей площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью, в том числе значительно возросла площадь погибших насаждений (табл. 7).

Таблица 7 – Распределение площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью по величине усыхания на конец 2009 года
(в разрезе лесничеств)

Лесничество	Площадь насаждений с наличием усыхания на конец года, га						Насаждения, погибшие в текущем году	
	всего	в т.ч. по степени усыхания				в том числе погибшие	площадь, га	запас, дес. м ³
		до 4%	4 – 10%	11 – 40%	более 40%			
Абдулинское	188,6	0	10,4	113,6	64,6	43,5	0	0
Адамовское	823,3	6,2	60,3	107,9	648,9	646,2	202	101
Акбулакское	1613,0	56,9	65,5	381	1109,6	903	899	1808
Асекеевское	63,1	12,6	5	16,4	29,1	26	3	29
Беляевское	616,5	13	23,3	140,8	439,4	302,1	64	279
Бугурусланское	315,6	45,6	28,8	36,9	204,3	196,1	1	10
Бузулукское	844,3	104,6	201,5	506,2	32	19,9	4	45
Домбаровское	200,2	96,9	73	30,3	0	0	156	357
Илекское	2389,6	65,1	21,3	247,9	2055,3	1582,1	0	0
Кваркенское	417,8	6	90,7	108,5	212,6	212,6	198	1264
Краснохолмское	3218,2	23,6	158,7	329,2	2706,7	2518,3	7	24
Кувандыкское	586,8	24,6	54,7	235,6	271,9	143,2	8	75
Новосергиевское	506,6	125	18,4	177,3	185,9	120,5	9	61
Новотроицкое	956,7	51,1	100,2	468,9	336,5	217,1	89	799
Оренбургское	493,8	13	42,7	209,4	228,7	207,4	34	94
Орское	2498,6	15,5	101,9	1402,7	978,5	605,3	134	864
Первомайское	979,3	0	47,1	113,9	818,3	740,1	32	150
Пономаревское	2039,8	1346,3	64,9	139,4	489,2	237,2	6	72
Сакмарское	199,8	0	19	105,7	75,1	64,4	0	0
Саракташское	840,4	26	330,7	228,2	255,5	159,5	23	159
Северное	59,9	15,5	4	37,7	2,7	0	2	3
Соль-Илецкое	243,8	7,3	53,8	99,5	83,2	74,2	61	206
Сорочинское	1233,7	317,9	2,1	44,3	869,4	774,5	6	10
Ташлинское	827,1	16	126,6	516,3	168,2	110	35	252
Тюльганское	894,4	116,5	87,1	343,3	347,5	330	1	1
Чернореченское	163,6	34,7	4,3	123,4	1,2	1,2	0	0
Шарлыкское	252,3	0,4	13,2	71	167,7	77,8	0	0
Итого	273,8	0	44,7	197,1	32	14,6	1974	6663

В таблицу 8 включены насаждения с наличием повышенного отпада и захламленности, со средневзвешенной категорией состояния выше 1,5.

В 2011 году пройдено сплошными санитарными рубками 454,8 га ослабленных погибших насаждений, площадь оставшихся на корню погибших насаждений на конец отчётного года составляет 10326,8 га.

Таблица 8 – Распределение площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью по величине усыхания и причинам гибели и ослабления древостоев на конец 2011 года

Основная причина усыхания или ослабления	Площадь насаждений с наличием усыхания на конец года, га						Насаждения, погибшие в текущем году	
	всего	в т.ч. по степени усыхания				в том числе погибшие	площадь, га	запас, дес. м ³
		до 4%	4-10%	11-40%	более 40%			
Лесные пожары	13290,1	352,8	803,6	2701,4	9432,3	7840,8	2019,7	15778,5
Повреждения насекомыми	1693,2	1473,2	95,0	125,0	0,0	0	0	0
Неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы	5207,7	245,0	596,6	1868,0	2498,1	2032,5	422,3	1907,5
Болезни леса	3309,4	462,5	350,7	1809,7	686,5	262,1	266,7	1351,3
Повреждение дикими животными	22,1	6,8	0,0	4,9	10,4	10,4	0	0
Антропогенные факторы	216,1	0,0	8,0	21,4	186,7	181	0	0
в том числе промышленные выбросы	0	0	0	0	0	0	0	0
Непатогенные факторы	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0	0	0

Наибольшие площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью расположены в степной зоне: Акбулакском, Домбаровском, Кваркенском, Оренбургском, Первомайском, Новосергиевском, Саракташском, Соль-Илецком лесничествах, где наиболее ярко проявляется влияние негативных факторов – пожаров, повреждения насекомыми, неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов (табл. 9).

Таблица 9 – Распределение площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью по причинам ослабления на конец 2009 года
(в разрезе лесничеств)

Лесничество	Всего, га	В т.ч по причинам ослабления (гибели), га						
		лесные пожары	повреждение насекомыми	неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы	болезни леса	повреждение дикими и домашними животными	Антропогенные факторы	
							все-го	в т.ч. пром-выбросы
Абдулинское	188,6	26,8	0	54	105,2	0	2,6	0
Адамовское	823,3	466,2	0	107,4	68,7	0	181	0
Акбулакское	1613,0	1146,9	159	307,1	0	0	0	0
Асекеевское	63,1	22,1	0	14	9,8	17,2	0	0
Беляевское	616,5	498,1	0	113,6	4,8	0	0	0
Бугурусланское	315,6	34,9	0	201,2	79,5	0	0	0
Бузулукское	844,3	283	0	236,9	324,4	0	0	0
Домбаровское	200,2	0	138,9	0	61,3	0	0	0
Илекское	2389,6	1144,2	0	1193,3	52,1	0	0	0
Кваркенское	417,8	332,3	0	29,1	56,4	0	0	0
Краснохолмское	3218,2	2730,2	0	451,2	36,8	0	0	0
Кувандыкское	586,8	291,5	0	242,3	47,3	0	5,7	0
Новосергиевское	506,6	495,9	0	5,8	4,9	0	0	0
Новотроицкое	956,7	824,7	0	16	116	0	0	0
Оренбургское	493,8	233,5	0	212	46,6	0	1,7	0
Орское	2498,6	1822,8	0	333,6	342,2	0	0	0
Первомайское	979,3	521,7	0	430,1	27,5	0	0	0
Пономаревское	2039,8	70	991,1	5,8	972,9	0	0	0
Сакмарское	199,8	29,8	0	148,8	21,2	0	0	0
Саракташское	840,4	598,4	0	197,1	35,1	4,9	4,9	0
Северное	59,9	45,9	0	14	0	0	0	0
Соль-Илецкое	243,8	68,4	0	86,3	89,1	0	0	0
Сорочинское	1233,7	754,3	276,2	199,7	1,5	0	0	0
Ташлинское	827,1	249,9	19	57,7	500,5	0	0	0
Тюльганское	894,4	333,3	109	316,4	135,7	0	0	0
Чернореченское	163,6	2,7	0	153	7,9	0	0	0
Шарлыкское	252,3	204,1	0	24,8	3,2	0	20,2	0
Всего	273,8	58,5	0	56,5	158,8	0	0	0

На основании данных лесопатологического мониторинга выявлены насаждения, наиболее и наименее подверженные воздействию неблагоприятных факторов.

Лесостепной лесозащитный район

Наиболее подвержены воздействию неблагоприятных факторов: сосновые молодняки, чистые по составу, высокополнотные, среднебонитетные (С.ЧП.МВ.ВП.СБ); сосновые молодняки, чистые по составу, среднеполнотные, среднебонитетные (С.ЧП.МВ.ОП.СБ); березняки, чистые по составу, спелые и перестойные, среднеполнотные, среднебонитетные (Б.ЧП.СВ.ОП.СБ); дубравы, чистые по составу, средневозрастные и приспевающие, низкополнотные, среднебонитетные (ДН.ЧП.ПВ.НП.СБ).

Наименее подверженные воздействию неблагоприятных факторов: березняки, с преобладанием главной породы, средневозрастные и приспевающие, среднеполнотные, среднебонитетные (Б.ПП.ПВ.ОП.СБ); дубравы смешанные по составу, средневозрастные и приспевающие, среднеполнотные, низкобонитетные (ДН.СП.ПВ.ОП.НБ); липняки, с преобладанием главной породы, средневозрастные и приспевающие, низкополнотные, низкобонитетные (ЛП.ПП.ПВ.НП.СБ).

Степной лесозащитный район

Наиболее подвержены воздействию неблагоприятных факторов: березняки, чистые по составу, средневозрастные и приспевающие, низкополнотные, среднебонитетные (Б.ЧП.ПВ.НП.СБ); насаждения вяза, чистые по составу, молодняки, низкополнотные, среднебонитетные (В.ЧП.МВ.НП.СБ); насаждения клёна, чистые по составу, средневозрастные и приспевающие, низкополнотные, низкобонитетные (КЛЯ.ЧП.ПВ.НП.НБ).

Наименее подвержены воздействию неблагоприятных факторов: березняки, чистые по составу, молодняки, среднеполнотные, среднебонитетные (Б.ЧП.МВ.ОП.СБ); насаждение осины, с преобладанием главной породы, средневозрастные и приспевающие, высокополнотные и среднебонитетные (ОС.ПП.ПВ.ВП.СБ); дубравы, с преобладанием главной породы, спелые и перестойные, высокополнотные, низкобонитетные (ДН.ПП.СВ.ВП.НБ).

В 2015 году выявлены лесонасаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью – 28663 га, из них погибших – 1149,6 га. Причинами ослабления и

гибели насаждений являются лесные пожары, повреждение насекомыми, неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы, болезни леса, антропогенные факторы (рис. 8, 9).

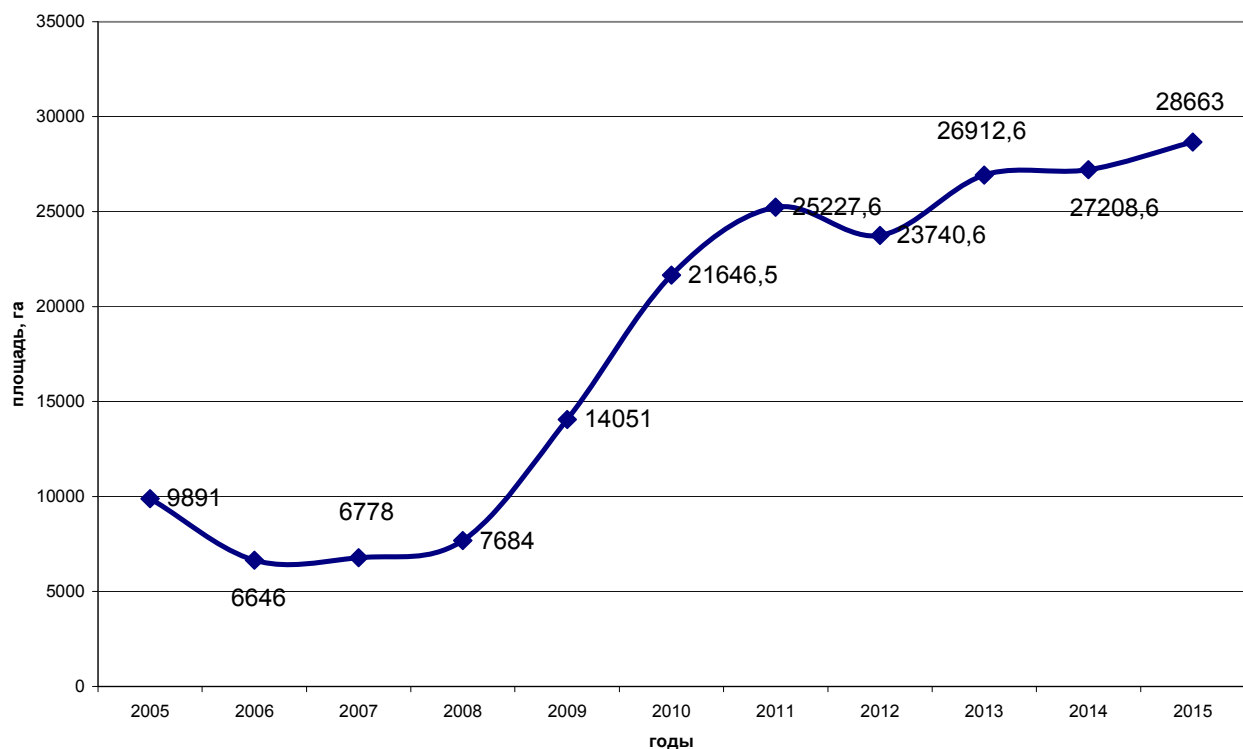


Рисунок 8 – Площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью лесов Оренбургской области

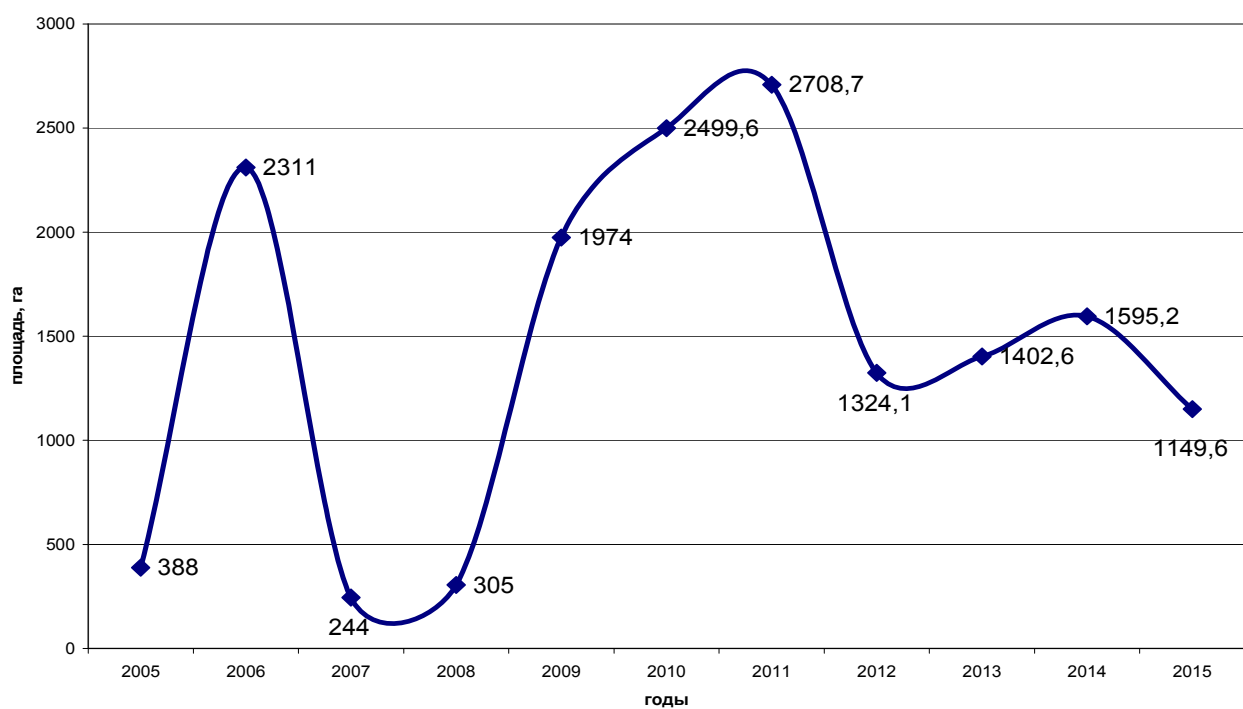


Рисунок 9 - Площади погибших лесов в Оренбургской области

Все данные представлены филиалом ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса по Оренбургской области» [242, 243, 244, 245].

2.2 Антропогенное воздействие на окружающую среду и очаги массового размножения филофагов в Оренбургской области

Оренбургская область является не только аграрной, но и, в первую очередь, промышленной областью. Если рассмотреть развитие промышленности и добычу полезных ископаемых по районам области, то можно отметить, что антропогенное воздействие на окружающую среду от данной деятельности – явление повсеместное. Так, в Абдулинском районе находятся месторождения горючих полезных ископаемых (нефть), нерудных полезных ископаемых – светлых, светло-серых и белых мелоподобных известняков, глины с мощными линзами косослоистых песчаников, щебнисто-глинистых отложений с единичными, хорошо окатанными гальками, месторождения нефти, легкоплавких суглинков, медистых песчаников, кирпичных глин, торфа; в Адамовском районе – месторождение мелкоколчеданных руд со значительным содержанием цветных благородных и редкоземельных металлов: цинк, золото, серебро, медно-колчеданных руд, руд жильного кварца, месторождение гранитов, известняка, высокопрочного щебня, каолина, белой глины, желтого строительного песка; в Акбулакском – месторождения нефти, газа, а также месторождения различного строительного сырья; в Александровском – месторождения нефти, кирпичных глин; в Асекеевском – месторождения нефти, песка, гравия, глины, камня (песчаник, известняк); в Беляевском – запасы нефти и газа, строительные материалы минерального происхождения, песок, запасы каменной соли, добыча медной руды; в Бугурусланском – месторождения нефти, асфальтита; в Бузулукском районе – месторождения нефти, газа, гравия; в Гайском – месторождения железа, марганцевых, хромитовых, медно-никелевых руд, яшмы, песка, туфов, диабазов, магнезитовых и керамзитовых глин; в Грачёвском – месторождения нефти, кирпичных глин; в Домбаровском – месторождения медно-колчеданных

руд, каолиновых глин, стекольных и строительных песков, полиметаллических руд, каменного угля; в Илекском – газоконденсатное месторождение, минерально-строительное сырье; в Кваркенском – месторождение золота кварцевожильного типа, мрамора; в Красногвардейском – месторождение нефти, кирпичных глин; в Кувандыкском – месторождения медно-колчеданной руды, фосфоритов, гранатов, кварцита, кирпичных глин, опока, песчано-гравийной смеси; в Курманаевском – месторождения нефти и газа; в Матвеевском – месторождения нефти; в Новоорском – месторождения гранитов, медно-колчеданных руд, туфов, глин, песков, известняков, строительных камней; в Новосергиевском – месторождение нефти, мела, кирпичных глин, песчано-гравийной смеси; в Октябрьском – нерудные строительные материалы; в Оренбургском – огромное по запасам газоконденсатное месторождение, месторождение нефти, кирпичных глин, песков, песчано-гравийной смеси, известняка; в Первомайском – месторождения нефти, газа, воды, песка, глины; в Переволоцком – газоконденсатное месторождение, залежи нефти, месторождение медных руд с примесью серебра, кадмия, месторождение кирпичных глин, песчано-гравийной смеси; в Пономарёвском – месторождения нефти, известняков, песчаников, гипсов, глины; в Сакмарском – месторождения нефти, песков для силикатных изделий, песка, кирпичных глин, песчано-гравийной смеси, известняка; в Саракташском – запасы поваренной соли, асфальтитов, строительного сырья: кирпичные глины, песчано-гравийные смеси, известняки, гипс; в Светлинском – месторождение никеля, медно-колчеданной руды, золота кварцевожильного типа, кварцита, глин, песков-отошителей; в Северном – месторождение нефти, кирпичных глин, песков-отошителей, газопроводы, нефтепроводы, этанопроводы, топливопроводы, нефтяные скважины; в Соль-Илецком – залежи поваренной соли, кирпичных глин, песка, нефти, фосфоритов; в Сорочинском – месторождения нефти, строительных материалов, кирпичных глин, песчано-гравийной смеси; в Ташлинском – месторождения глины, песчаников, известняков, горючих сланцев, гравия, нефти; в Тоцком – месторождения нефти; в Тюльганском – месторождения бурого угля, кирпичных глин, песчано-

гравийные смеси, гипса; в Шарлыкском – месторождение нефти, кирпичных глин; в Ясенском – месторождения хризотил-асбеста, золота [66].

Все месторождения находятся на различных стадиях разработки, поэтому можно отметить их крайне неблагоприятное воздействие на окружающую среду. К тому же на территории ряда районов, кроме добычи полезных ископаемых, находятся промышленные предприятия по их разработке.

Так, в Гайском – промышленный узел – цветная металлургия; в Кувандыкском – ОАО «Криолит» выпускает фтористые соли для алюминиевых заводов РФ, ОАО «Долина» изготавливает кузнечно-прессовые станки; в Новоорском – Ириклинская ГРЭС ОАО «ИНТЕР-РАО», ОАО «НОЭМЗ»; в Октябрьском – управление подземного хранения газа (УПХГ) ООО «Газпром ПХГ»; в Оренбургском – ТНК-ВР, Оренбургский гелиевый и газоперерабатывающий заводы, ОАО «Нефтемаслозавод», ЗАО «Уралнефтегазпром», ОАО ПО «Стрела»; в Первомайском – ОАО «Оренбургнефть», ООО «Татнефть-Северный»; в Светлинском – ООО «Буруктальский никелевый завод» (БНЗ), Буруктальское рудоуправление (БРУ); в Северном – газопроводы, нефтепроводы, этанопроводы, топливопроводы, нефтяные скважины, Северное ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Самара»; в Соль-Илецком – ООО «Руссоль»; в Тюльганском – ОАО «Оренбургуголь», ООО «Оренбургугледобыча», ООО «Тюльганский машиностроительный завод»; в Ясенском – ОАО «Оренбургские минералы» [66].

Для характеристики устойчивости насаждений на территории Оренбургской области мы провели градацию степени антропогенного воздействия на лесные экосистемы. Для этого вначале проанализировали степень антропогенного воздействия на окружающую среду в связи с наличием промышленных предприятий и добычи полезных ископаемых по районам области, затем, разработав шкалу антропогенного воздействия, согласно которой выделяются 5 классов, где I класс – антропогенного воздействия не наблюдается, II класс – антропогенное воздействие слабое, III класс – антропогенное воздействие среднее, IV класс – антропогенное воздействие сильное, V класс – антропогенное воздействие максимальное, уровень экологической катастрофы, распределили

районы области по классам и указали очаги массового размножения филофагов в период с 1990 по 2015 гг. в данных районах.

При этом в период с 1990 по 2001 гг. химическая и биологическая борьба с филофагами в очагах их массового размножения практически не проводилась в связи с отсутствием финансирования. В период 2002 – 2009 гг. борьба проводилась только в крупных очагах массового размножения (табл. 77).

С 2010 года после засухи и сильного ослабления насаждений, что способствовало разрастанию очагов массового размножения хвое- и листогрызущих филофагов (особенно в 2012 г.), химическая и биологическая борьба проводится ежегодно, что приводит к искусственному сдерживанию увеличения численности насекомых.

Как видно из рисунков 10 – 18, очаги массового размножения филофагов находятся в районах, получивших по предложенной классификации от III до V классы антропогенного воздействия на окружающую среду. Отсутствие очагов массового размножения филофагов в других районах с аналогичными классами антропогенного воздействия на окружающую среду объясняется ежегодным проведением химической или биологической борьбы в данных очагах.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в зоне среднего, сильного и максимального антропогенного воздействия на окружающую среду наблюдается снижение биологической устойчивости насаждений и появление перманентных очагов массового размножения филофагов, которые фактически являются индикаторами данной низкой устойчивости.

Римскими цифрами обозначены классы антропогенного воздействия на окружающую среду: I класс – антропогенного воздействия не наблюдается; II класс – антропогенное воздействие слабое; III класс – антропогенное воздействие среднее; IV класс – антропогенное воздействие сильное; V класс – антропогенное воздействие максимальное, уровень экологической катастрофы.

Арабскими цифрами обозначены районы области: 1 – Абдулинский район; 2 – Адамовский район; 3 – Акбулакский район; 4 – Александровский район; 5 – Асекеевский район; 6 – Беляевский район; 7 – Бугурусланский район;

8 – Бузулукский район; 9 – Гайский район; 10 – Грачёвский район; 11 – Домбаровский район; 12 – Илекский район; 13 – Кваркенский район; 14 – Красногвардейский район; 15 – Кувандыкский район; 16 – Курманаевский район; 17 – Матвеевский район; 18 – Новоорский район; 19 – Новосергиевский район; 20 – Октябрьский район; 21 – Оренбургский район; 22 – Первомайский район; 23 – Переволоцкий район; 24 – Пономарёвский район; 25 – Сакмарский район; 26 – Саракташский район; 27 – Светлинский район; 28 – Северный район; 29 – Соль-Илецкий район; 30 – Сорочинский район; 31 – Ташлинский район; 32 – Тоцкий район; 33 – Тюльганский район; 34 – Шарлыкский район; 35 – Ясненский район.

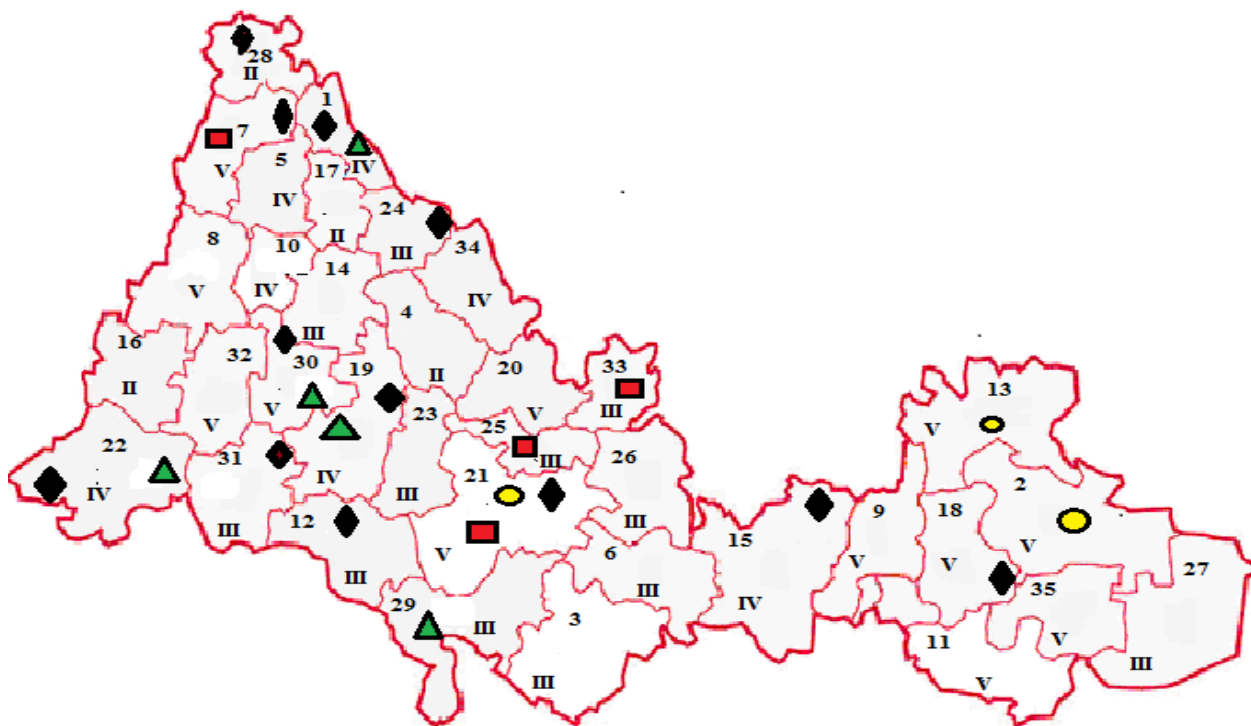


Рисунок 10 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 1990 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

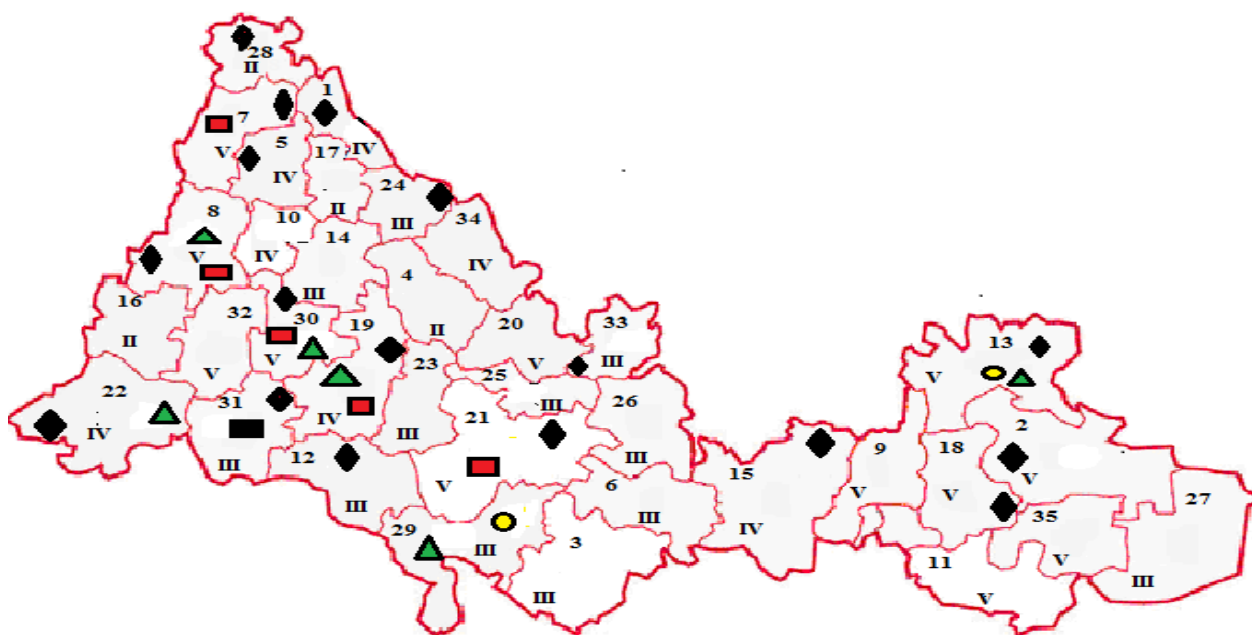


Рисунок 11 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 1994 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

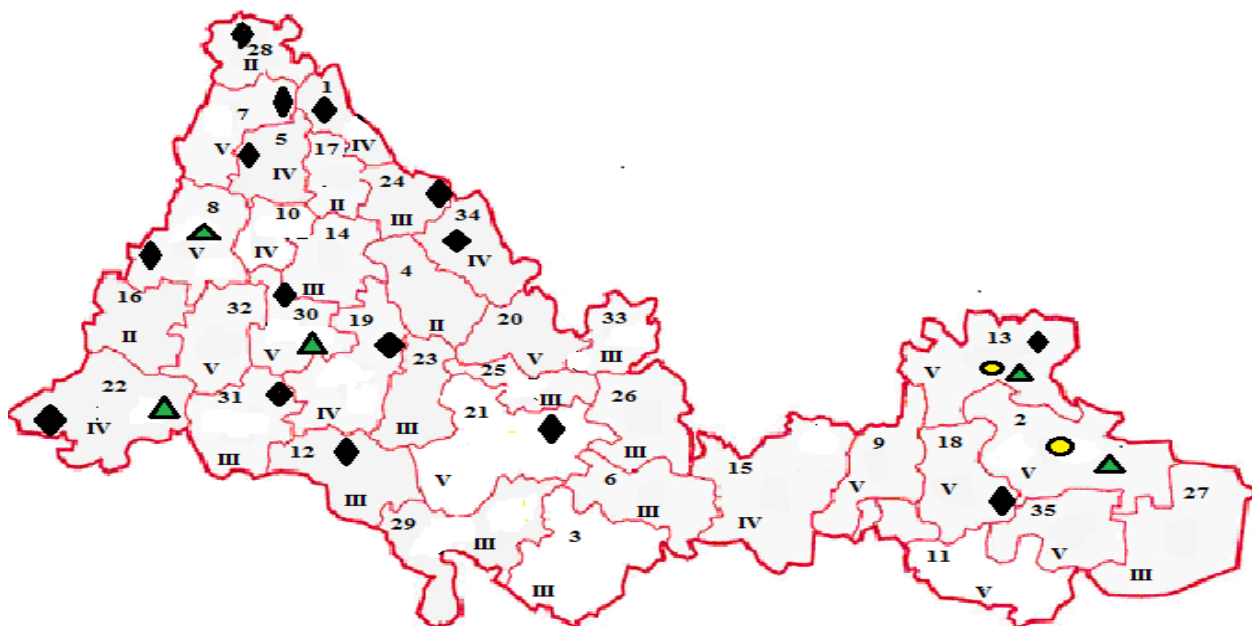


Рисунок 12 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 1996 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

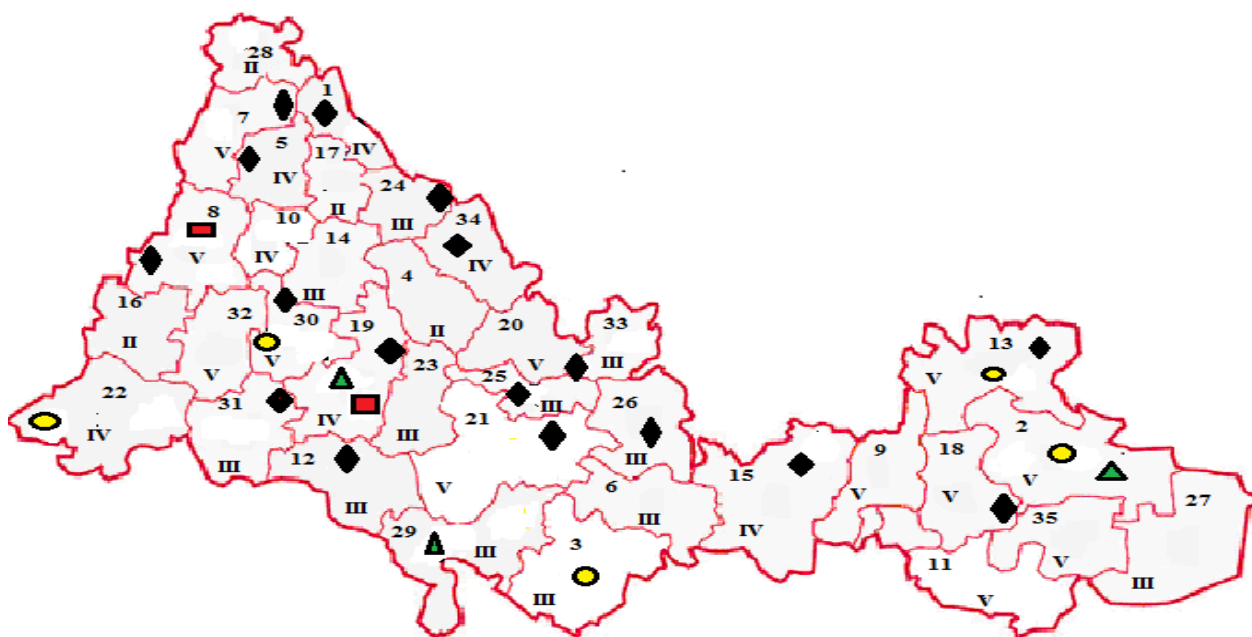


Рисунок 13 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 2003 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

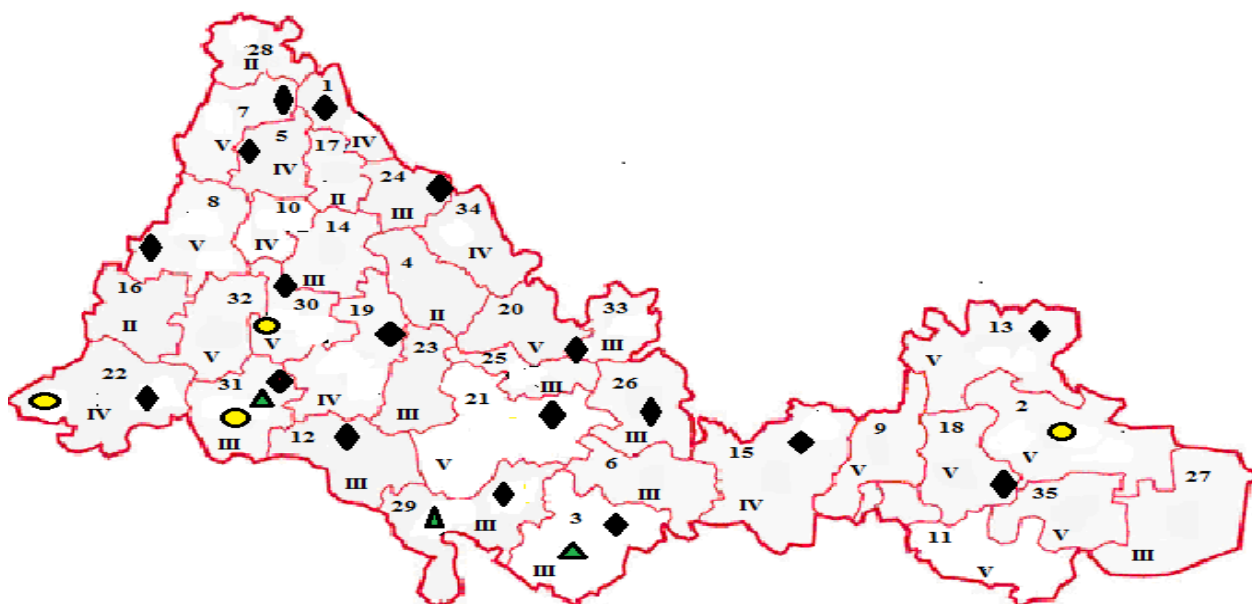


Рисунок 14 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 2005 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

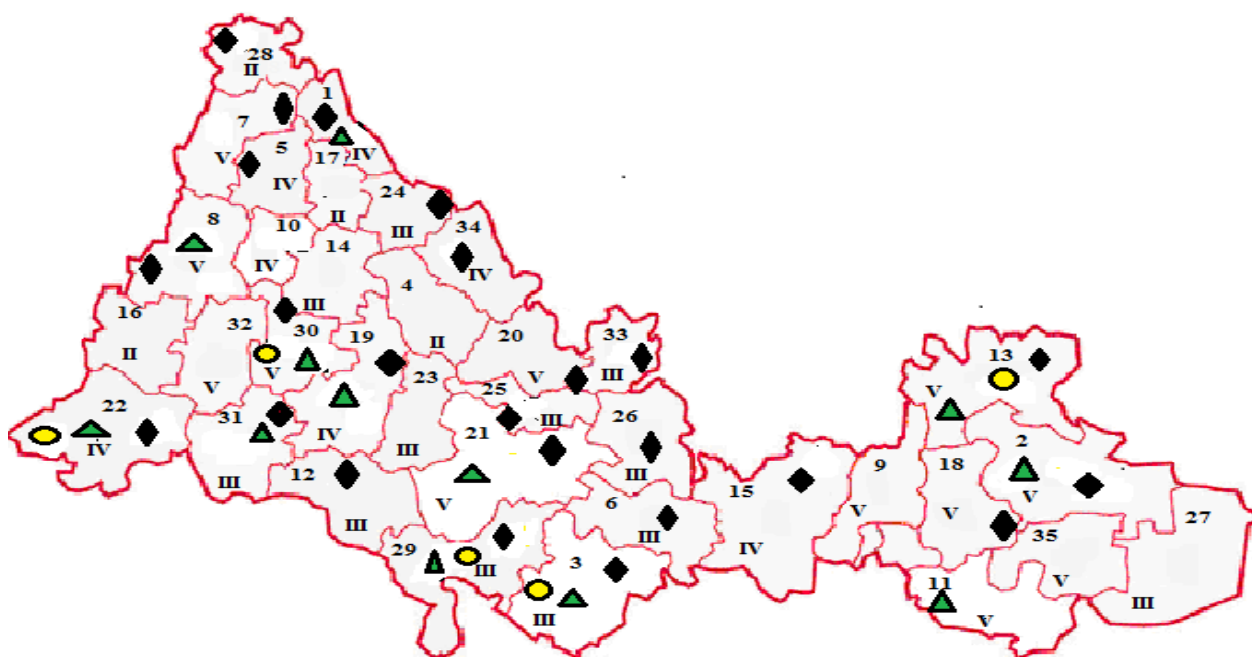


Рисунок 15 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 2012 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

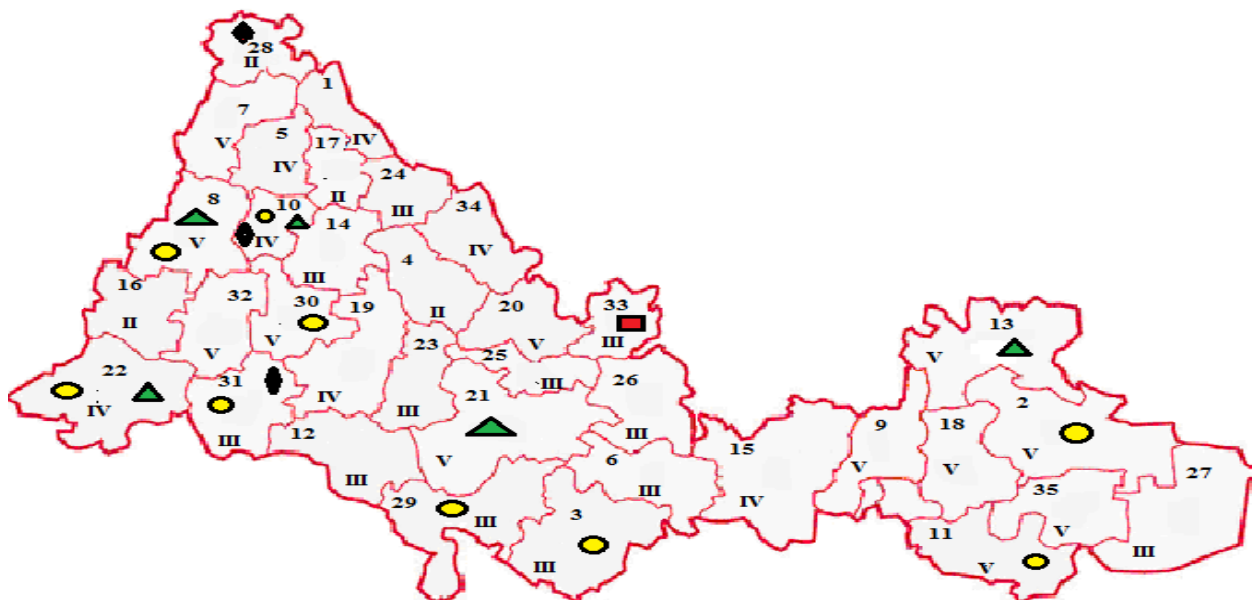


Рисунок 16 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 2013 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

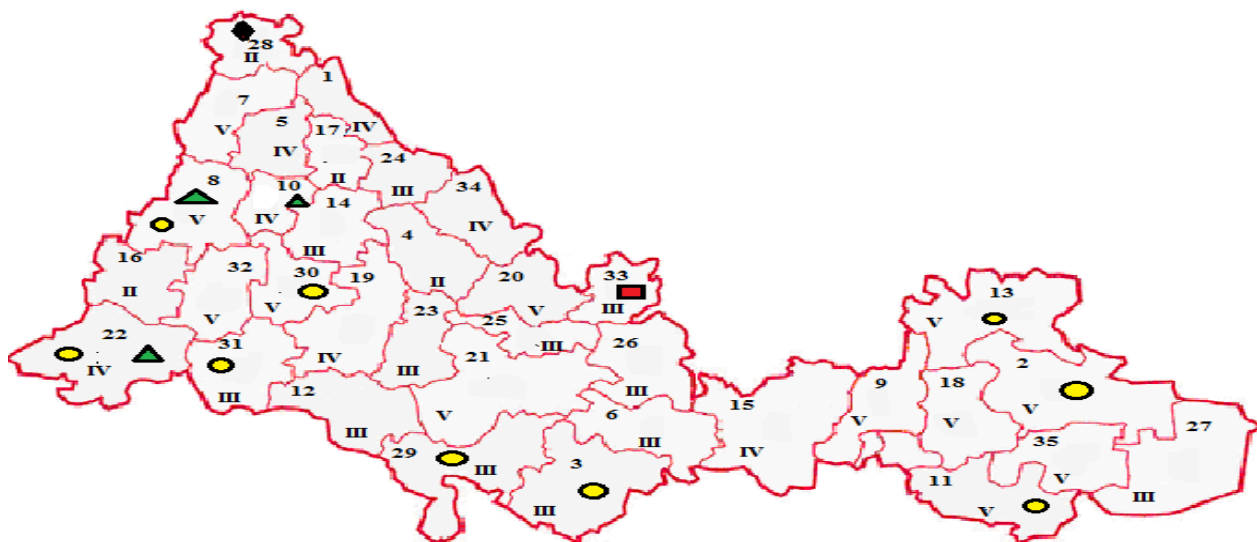


Рисунок 17 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 2014 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки.

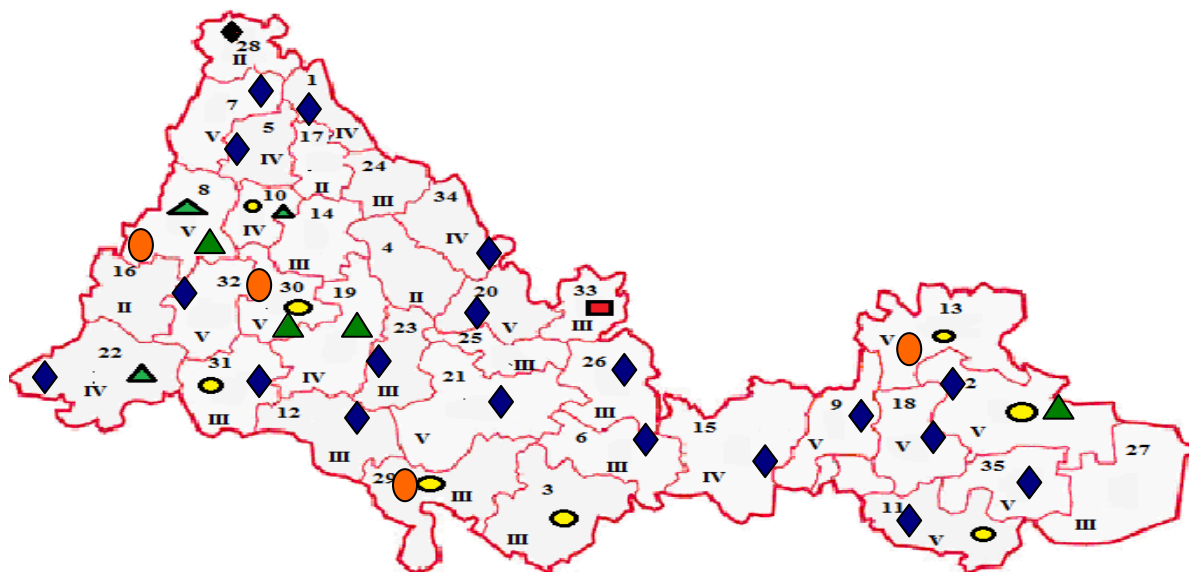


Рисунок 18 – Карта Оренбургской области с административным делением территории и классами антропогенного воздействия на окружающую среду, где наблюдались очаги массового размножения в 2015 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика, \blacksquare – зелёной дубовой листовёртки (очаги массового размножения в 1975 году: \blacklozenge – непарного шелкопряда, \bullet – звёздчатого пилильщика-ткача, \blacktriangle – рыжего соснового пилильщика).

Основная экспериментальная и аналитическая работа, а также написание и публикация статей по данным разделам 2.2 были проведены диссертантом. Консультационная помощь была оказана Кулагиным Алексеем Юрьевичем, д.б.н., профессором (ФГБУН Институт биологии Уфимского научного центра РАН) и Колтуновой Александрой Ивановной, д.с.-х.н., профессором (ФГБОУ ВО ОГАУ, факультет биотехнологий и природопользования).

ГЛАВА 3 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАСЕКОМЫХ- ФИЛЛОФАГОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

3.1 Очаги массового размножения листогрызущих филлофагов в лесных экосистемах

Дубравы степных и лесостепных районов России только в 20-м столетии перенесли четыре крупномасштабных волны усыхания [2, 233, 48, 52, 53, 54, 142, 175, 100, 101]. По некоторым данным, это произошло в 1901 – 1930; 1941 – 1944; 1964 – 1980 гг. [268].

Развитие комплексных очагов массового размножения многих листогрызущих филлофагов явилось следствием продолжения ослабления и усыхания с 1980 г. и по настоящее время. В ряде других регионов также отмечалось ослабление и усыхание хвойных и лиственных насаждений [167, 180, 181, 182, 183, 100].

Причинами усыхания являются неблагоприятные климатические условия, например, засухи, очаги листо- и хвоегрызущих насекомых и болезни.

По данным З.П. Бирюковой, засухи вызывают не только анатомо-физиологические и морфологические изменения древесных растений, но и изменения на экосистемном уровне. Так, «в насаждениях сосны через 1–2 года после засухи резко увеличивалось количество насекомых-фитофагов, причиной чему, вероятнее всего, явилось изменение химического состава тканей растений, служащих кормом насекомым, происшедшее под влиянием засухи. По окончании засухи у древесных растений восстанавливается синтез высокомолекулярных соединений. Состояние питающихся хвоей данных деревьев насекомых ухудшается, так как пищеварительной системе насекомых недоступны высокомолекулярные соединения. Снижается вес личинок, личинки заселяются паразитирующими насекомыми и развившийся очаг фитофагов затухает» [26].

Так, Л.Г. Апостолов [11] указывает на периодически повторяющиеся засухи на Украине, которые явились следствием ослабления дубрав и возникно-

вения вспышек массового размножения многих листогрызущих насекомых, и прежде всего, зелёной дубовой листовёртки. На этом заключении сходились и другие исследователи [147, 13, 52, 53].

Причины плохого состояния дубовых насаждений различные авторы объясняли по-разному. Одни авторы считали, что отмирание дуба явилось следствием часто повторяющихся засух и, как следствие этого, понижение уровня грунтовых вод. Другие видели причину в суровых бесснежных зимах. Третьи – из-за «одряхления» древостоев от неоднократного порослевого возобновления.

Но главной причиной постоянного ослабления и усыхания лиственных насаждений, по мнению многих исследователей, является неоднократное повреждение крон листогрызущими филлофагами [47, 50, 51, 58, 277, 17, 125].

Так, анализируя свои исследования Шипова леса в Воронежской области, А.И. Стратонович и др. [319] пришли к выводу, что главной причиной усыхания этого уникального лесного массива явились листогрызущие насекомые. Это, прежде всего, непарный шелкопряд, зелёная дубовая листовёртка, золотуха. Действие этих насекомых усиливалось рядом других факторов, таких, как развитие болезней и стволовых ксилофагов.

О причинах отмирания дуба, наблюдавшегося в дубравах лесостепи, писал И.М. Науменко [234, 235, 260, 237, 238, 239].

Как отмечает П.А. Положенцев [250, 251, 252], отмирание дубрав приурочено к очагам систематической и постоянной дефолиации крон то одними, то другими видами насекомых. Так, писал он на примере засушливого 1972 г., обезвоживание деревьев и их корней снизило резистентность к филлофагам, в то же время исключительно благоприятствовало выживаемости насекомых. В качестве примера автор указывает, что весной 1972, 1973 гг. гусеницы зелёной дубовой листовёртки в кронах оставили лишь огрызки листьев, а невыеденных ими почек насчитывалось только 25 – 30%.

Отрождающиеся из яйцекладок гусеницы зелёной дубовой листовёртки в аналогичной погодной ситуации в Воронежской области при отсутствии раскрытых почек гибли в массе от бескормицы, происходила так называемая «дет-

ская» смертность [102]. Отмечая фактор несовпадения, В. Таленхорст [383] приводит данные высокой смертности гусениц младших возрастов листовёртки при внедрении в почки кормовой породы – дуба. Явление гибели листовёртки от этого фактора приводилось также в работах В.В. Рубцова [269], F. Schwerdtfeger [375].

Однако В.В. Рубцов и др. [269] указывают на другую асинхронность. По их исследованиям, в морозные холодные зимы эмбрионы листовёртки развиваются крайне медленно. Наступление очень теплой весны вызывает более быстрое развитие почек дуба, чем эмбрионов. Это возможно из-за разницы нижних порогов температуры развития почек и эмбриона 4-й стадии. Эмбрионы достигают этой стадии лишь тогда, когда уже на дубах раскрываются листья.

Проводя анализ метеоданных в период вспышек зелёной дубовой листовёртки в Московской области, А.И. Воронцов [55] установил, что яйца листовёртки обладают устойчивостью к отрицательным температурам, равным или близким к средним из абсолютных минимумов. Лишь температура воздуха, опустившаяся ниже средней из абсолютных минимумов не менее чем на 5°C с числом дней с такой температурой не менее 5, может вызвать вымерзание яйцекладок листовёртки.

По исследованиям А.И. Воронцова [47, 48, 49, 50, 51, 55, 56, 58, 59, 60, 61], дубравы степной зоны РФ, в частности, в бассейне р. Медведица, подверглись ослаблению и усыханию по ряду причин. Одна из них – понижение уровня грунтовых вод из-за засух 1936 – 1938 гг. Это привело к отрицательным изменениям в водном режиме и локальному усыханию дубрав на площади около 38 тыс. га. Как пишет этот автор, в первую очередь усыханию подвергались типы леса, произрастающие в неблагоприятных лесорастительных условиях (дубняк мелкоосоковый, терново-черноклёновый). Годичный прирост исследованных деревьев сильно упал и составлял в среднем 0,10 см. В дальнейшем начало происходить интенсивное заселение ослабленных насаждений насекомыми, прежде всего, стволовыми, численность которых достигала 13 ходов на 1 дм².

Другие авторы отмечают, что засухи этих лет привели к снижению уров-

ня грунтовых вод, вызвали массовое размножение многих листогрызущих насекомых, что в дальнейшем резко усугубило усыхание дубрав [125, 275, 10, 12, 64, 267].

Как отмечают эти авторы, наряду с дубом в эти годы усыхали и другие лиственные растения, такие, как берёза, бук, граб, ясень и ильмовые.

Состояние лиственных насаждений исследовали многие ученые [48, 57, 59, 236, 237, 24, 13, 201, 125].

Так, А.И. Воронцов [59] отмечал, что главной причиной усыхания дубрав в северной лесостепи явились суровые зимы, а в восточной ее части – массовое размножение непарного шелкопряда, в центральной лесостепи сочетались неблагоприятные последствия засух 1936, 1938 и 1939 годов, суровых зим, повреждений листогрызущими насекомыми и мучнистой росой.

По данным ряда авторов, существенную роль в массовом усыхании дубовых насаждений играют листогрызущие филлофаги [264, 347, 253, 342, 330].

Поскольку леса лесостепной зоны входят в зону массовых вспышек первичных хвое- и листогрызущих насекомых, для них создаются оптимальные условия для размножения. Дубравы в значительной степени, а местами полностью, повреждались зелёной дубовой листовёрткой, непарным шелкопрядом, златогузкой, кольчатым коконопрядом, зимней пяденицей [2, 104, 105].

В очагах распространения этих филлофагов происходит частичная или полная потеря листвы, значительно ослабляется и понижается устойчивость насаждений [132, 122, 137, 138].

Как указывал П.А. Положенцев [252], ссылаясь на исследования К.И. Попова (1971), у растений, подвергшихся нападению листогрызущими насекомыми, энергия засыхания резко увеличивалась, что обеспечивало ускорение восстановительных процессов и интенсифицирования фотосинтеза как у оставшихся неповрежденными, так и у вновь появившихся листьев. При этом деятельность ферментов растения приобретала большую направленность на вовлечение продуктов гидролиза в биосинтез и на связывание азота. Срок деятельности листьев, оставшихся неповрежденными, удлинялся, а отток ассимилянтов к

растущим органам увеличивался. Эти физиологические изменения служат несомненными признаками приспособительных реакций в ответ на повреждение насекомыми.

Однако, как отмечает В.В. Яхонтов [357], возможности регенерации зависят от степени повреждения и физиологического состояния растений.

При больших повреждениях в течение нескольких лет (сплошная дефолиация листьев и почек насекомыми, засухи, пастьба скота, применение ядохимикатов, снижающих численность энтомофагов и пр.) особенно у ослабленных деревьев выздоровление растений становится невозможным.

Далее указывается, что между деятельностью кроны и минеральным питанием, осуществляемым корнями, существует биологическая взаимозависимость [119, 171].

Часть органических веществ (ферменты, кислоты) в процессе ассимиляции поступает через корень в почву, осуществляя перевод химических соединений в почве из недоступных для усвоения в доступные.

Утрата деревьями ассимиляционного аппарата в результате уничтожения его насекомыми прекращает синтез органических веществ, сокращает количество корневых выделений, снижая тем самым минеральное питание деревьев. В итоге защитные приспособительные силы исчерпываются, перечисленные физиолого-биохимические процессы становятся необратимыми.

Исследуя состояние древесных насаждений и механизмы их ослабления, А.И. Воронцов [59], Г.К. Пятницкий [260, 261], В.А. Радкевич [262] пишут, что древесные породы в лесном биогеоценозе являются его индикатором, играющим ведущую роль. Поэтому устойчивость всего биоценоза зависит от здоровья отдельных деревьев.

Единичные заболевания деревьев еще не являются признаком заболевания леса и нарушения гомеостатических механизмов всего биогеоценоза. Но когда эти заболевания резко превышают норму, они отзываются на всей работе биогеоценоза, нарушают ее, выводят из состояния равновесия [271, 262, 273, 274].

Многие исследователи считают, что ослабление и усыхание древесных растений связано с потеплением климата, начиная с середины 30-х годов, и частой повторяемостью засушливых лет. Эти периоды, по исследованиям ряда авторов [172, 231, 198], пришлись на периоды 1951; 1954; 1959; 1961 – 1965; 1967; 1969; 1971; 1972; 1975; 1979; 1980 гг.

В минувшем столетии усыхание лесов сопровождалось потеплением Арктики, уменьшением уровня Каспийского моря вследствие уменьшения осадков в бассейне реки Волги, увеличением числа засух. От интенсивности и характера циркуляции атмосферы зависело колебание осадков, относительная влажность воздуха, испарение с почвы, прирост древесины дуба и других пород.

По данным В.В. Аникина [7, 8, 9], Л.Г. Апостолова [10], С.А. Бахвалова [17, 19], А.М. Ильина [139], В.И. Бенкевича [24, 25], В.С. - менского [128, 129], А.И. Ильинского [142, 143, 144], на территории России размножились непарный шелкопряд, зелёная дубовая листовёртка, зимняя пяденица, златогузка, дубовая хохлатка. Только в 1972 г. очаги массового размножения зелёной дубовой листовёртки охватили более 700 тыс. га, непарным шелкопрядом было поражено 100 тыс. га древостоев. Большие площади лиственных лесов подверглись нападению других вредных насекомых.

Эти авторы, проведя анализ литературы, также отмечают, что на рост и развитие древесных растений отрицательно влияет антропогенный фактор, а именно: неправильная хозяйственная деятельность.

Повсеместно в большей степени усыхают дубравы порослевого происхождения, особенно после нескольких генераций, а также изреженные, лишённые подлеска, нарушенные неумеренной пастьбой скота, ослабленные неудачными рубками. Плохое ведение хозяйства, по данным почти всех исследователей, играет очень важную роль в процессах ослабления насаждений [10, 186, 180, 198, 268].

Другие авторы отмечают, что наиболее уязвимой листогрызущими насекомыми формой дуба является ранняя форма [202]. Как отмечают В.В. Рубцов,

. . . [268], после объедания насекомыми вновь отрастающая листва, как правило, поражается мучнистой росой с конца июня по август. Появление этого опасного заболевания стимулирует деятельность листогрызущих насекомых, поскольку для развития гриба необходима повышенная влажность в пределах 66 – 78% от сырого веса листьев [253].

Массовым размножением насекомых способствует потеря резистенции (устойчивости) [171, 54, 138, 252, 148, 255].

Так, по данным П.А. Положенцева [251], бесснежные морозные зимы, засуха и другие причины отрицательно сказываются на физиологическом состоянии насаждений. Ослабленным состоянием растений пользуются насекомые, ускоряя ослабление, и наоборот, насекомые, и прежде всего, листогрызущие, в периоды массовых размножений физиологически ослабляют деревья и делают их менее морозо- и засухоустойчивыми. Следовательно, заключает автор, если бы насекомые систематически не уничтожали листья, морозы и засуха не отражались бы на дубравах столь тяжело, как это имело место в наши дни. Долголетние исследования сравнительно здоровых спонтанно больных и искусственно травмированных деревьев хвойных и лиственных пород позволили обнаружить в них существенные физиологические различия, предопределяющие отношение к ним вредных насекомых.

Эксперименты с гусеницами древесницы въедливой показали, что они сравнительно быстро гибнут в соке от здоровых деревьев, а в соке спонтанно больных и искусственно травмированных остаются живыми долгое время [342, 251].

Другими авторами было установлено, что при засухе у деревьев дуба улучшаются питательные свойства листьев для питания гусеницами филлофагов [341, 271, 331, 355]. Ими также было установлено, что суровая зима вызывает ослабление насаждений и снижает численность энтомофагов. На деревьях с удаленными в предыдущем году листьями было в три раза больше гусениц, чем на здоровых деревьях.

Выкармливание гусениц на искусственно поврежденном и здоровом де-

ревях показало, что на больном выживает почти вдвое больше гусениц, чем на здоровом. Вес гусениц, питавшихся на больном дереве, достигал 360 мг, на здоровом – 110 мг. В кроне окольцованного дуба гусеницы развивались 51 день, на здоровом – 65. Плодовитость бабочек, развившихся на больном дереве, составила 257 яиц, на здоровом – 157 яиц.

К физиологическому состоянию кормовых растений более чувствительны особи из нарастающих очагов. Также известна сопряженность затухания очагов филлофагов с чрезмерным ухудшением физиологического состояния кормовых растений, вызванным неоднократным объеданием листвы.

По данным С.Н. Амирхановой [6], в листьях больных деревьев во всех случаях содержание протеина, белка, фосфора и сахаров больше, чем в листьях здоровых. Количество сырого жира меньше в листьях больных деревьев, а количество крахмала и гемицеллюлозы имеет тенденцию к уменьшению у больных насаждений.

У искусственно дефолированных деревьев 2 года подряд содержание протеина и белка резко снижается. Гусеницы непарного шелкопряда не могут развиваться при кормлении их листьями с содержанием белка менее 12% и более 23% от абсолютно сухого веса [34, 25, 135, 325].

Несомненно, важную роль листогрызущих насекомых в усыхании дубрав и других лиственных растений отмечали и другие авторы [264, 352, 277, 269, 343].

Исследуя состояние древесных насаждений в плане их физиологической устойчивости, они отмечают, что дисбаланс температуры и влажности в сторону сухости ведет к уменьшению устойчивости древостоев к повреждениям насекомыми, снижая антибиоз и приводя биохимический состав их тканей к состоянию, наиболее пригодному к усвоению насекомыми. Иными словами, повышенная сухость оптимизирует условия развития насекомых, увеличивая масштаб и частоту вспышек массового размножения.

В последние годы массовые исследования экологических особенностей листогрызущих филлофагов в основном касались непарного шелкопряда, ос-

тавляя без внимания других, не менее опасных первичных филлофагов леса.

Так, Т.А. Вшивкова [62] рассматривала различные биохимические компоненты как определяющие качество кормовых растений для гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) начальных возрастов.

В.И. Пономарев, Н.В. Шаталин, Т.М. Стрельская [257] изучали влияние ионов железа (Fe^{+3}) при добавлении в корм на проявление эффекта группы у гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.).

А.В. Ильиных, Д.К. Куренщиков, А.А. Бабурин, Е.Л. Имранова [145] выявили причины затухания вспышек массового размножения непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) на территории Дальнего Востока, связанные с развитием вируса полиэдроза.

Е.М. Андреева [5] рассмотрела показатели питания гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) при разной плотности выращивания в младших возрастах.

Ю.Н. Баранчиков, М.Е. Монтгомери [16] провели сравнительную оценку политрофности гусениц непарного шелкопряда с трех континентов.

Н.И. Лямцев [206] изучал динамику численности зелёной дубовой листоёртки (*Tortrix viridana* L.) в разных экологических условиях.

В системе паразитических взаимоотношений «дерево – филлофаги» биохимический состав корма в виде хвои и листьев имеет достаточно большое значение, что обусловлено тем, что некоторые вторичные метаболиты в хвое и листьях деревьев и кустарников в значительной степени детерминируют параметры энтоморезистентности корма [19, 367, 368, 370, 371, 386].

В дальнейшем это определяет по отношению к древостою возможность возникновения вспышек массового размножения, наносящих значительный экологический ущерб лесным фитоценозам [360]. Исследования по данному направлению в последнее время проводятся достаточно интенсивно, но полностью однозначной картины механизмов энтоморезистентности пока нет [19, 367, 368, 370, 371, 385, 386, 378, 384].

Установлено, что протективными свойствами против филлофагов обла-

дают аллелохимики из всех классов вторичных метаболитов: терпеноиды, фенолы, алкалоиды [19, 367, 368, 370, 371].

Для листовых древесных растений наибольшее значение в энтоморезистентности имеют фенольные соединения [361]. Включение механизмов индуцированной энтоморезистентности вызывает у филлофагов быстрое снижение выживаемости популяции за счет высокой смертности, снижение плодовитости и скорости онтогенеза. Многие исследования показали, что в листьях кормовых растений после дефолиации филлофагами повышается количество фенолов и других веществ с антибиотическими свойствами [19, 367, 368, 370, 371].

Фенольные соединения участвуют в конститутивном и в индуцированном иммунитете растений. На следующий год после сильной дефолиации филлофагами в тканях растения усиливается синтез и накопление фенольных соединений [361]. Содержание флавоноидов значительно выше в листьях растений через один год после повреждения [19, 367].

В.В. Мартемьянов и др. [364] установили, что после дефолиации в листьях берёзы отмечено некоторое статистически недостоверное снижение содержания хлорогеновой кислоты. Содержание мирицетин-гликозида возрастало на 39%, а кверцетин-гликозида снижалось. Для активизации фактора индуцированной энтоморезистентности у деревьев существует определенная критическая дефолиация крон. Разными авторами приводятся различные значения критического уровня дефолиации. Так, С.А. Бахваловым, Т.А. Кукушкиной, Г.И. Высочиной [19] показано, что индуцированная энтоморезистентность у берёзы повислой в условиях Западной Сибири активизируется заметно при сильной и полной дефолиации. В условиях лесостепной зоны Зауралья в насаждениях, нарушенных антропогенными факторами, критическим уровнем дефолиации крон является 30 – 40% дефолиация [162]. М.К. Метелева, В.Г. Суховольский [222] отмечали влияние модифицирующих факторов на возникновение вспышек массового размножения лесных насекомых. При анализе влияния модифицирующих факторов большое значение придают также метеорологическим показателям – температуре и влажности [207, 146, 363].

Несомненной считается связь массовых размножений фитофагов с предшествующими засушливыми периодами [353]. Потенциальная угроза массового размножения шелкопряда создается при засушливых условиях июня – июля в течение 2 – 3 лет [167, 168]. Е.В. Ченикаловой, Н.А. Глазуновой [351] установлено, что из древесных пород оптимальными кормовыми растениями для златогузки являются дуб и тополь, а плодовые культуры для них среднепривлекательны.

О.В. Компаниец [165] провела сравнение различных методов краткосрочного прогнозирования повреждения ассимиляционного аппарата листогрызущими насекомыми на примере дубовой зелёной листовёртки.

Высокую степень паразитирования зелёной дубовой листовёртки в периоды ее массового развития отмечали многие авторы [123, 313, 117, 55, 118, 268, 359, 377]. Так, В.В. Рубцов и др. [268], что отдельные очаги листовёртки в Теллермановском лесном массиве затухли под действием разнообразных энтомофагов, которые подавляли популяцию главным образом на фазе куколки. Анализируя баланс популяции фитофага при изучении факторов смертности, А.И. Воронцов [55] привел данные о высокой смертности гусениц филлофага от паразитов и хищников (птиц). По данным В.С. Знаменского, В.В. Дубровина, Н.А. Матросовой [130], численность непарного шелкопряда в перечисленных лесхозах колебалась от 4,58 до 7,16 яйца на 100 точек роста. Очаги массового размножения непарного шелкопряда распространялись в разреженных средневозрастных порослевых дубравах, ослабленных рекреационной нагрузкой и выпасом скота.

Ж. Stocki [379] проведен биологический мониторинг дубовых насаждений, в которых применялись некоторые виды феромонов для борьбы с дубовой зелёной листовёрткой и другими филлофагами. В.А. Марков [216] рассматривал причины и следствия миграций дубовой зелёной листовёртки (*Tortrix viridana* L.).

Г.Е. Бойко и А.В. Ивашов [29, 136] изучали специализацию зелёной дубовой листовёртки (*Tortrix viridana* L.) к кормовому растению и ее проявления в

индивидуальных консорциях и фенологических группах консорций дуба.

Непарный шелкопряд обладает большой экологической изменчивостью. Так, у него выделяют четыре географические формы. Насекомые западносибирской формы предпочитают питаться берёзой бородавчатой и осиной; среднеазиатской – листвой яблони, боярышника, клёна, тополя, дуба, вяза; восточносибирской – лиственницей, берёзой, осиной; дальневосточной формы – дубом монгольским, осиной. Сильно различается в данных формах и фенология насекомого [72].

В лесных экосистемах наблюдается закономерная и вынужденная смена филлофагами кормовых пород, что связано с недостатком и малопитательностью корма в период вспышек массового размножения или при отсутствии кормовой породы, или в силу воздействия неблагоприятных экологических факторов насекомое вынуждено приспособиться и перейти на другую кормовую породу. В дальнейшем такое приспособление ведет к сдвигу обмена веществ, изменению морфо-анатомических и физиологических особенностей филлофагов и, как следствие, изменению в биологических (фенологических) циклах [47, 61].

Чешскими учеными отмечено, что непарный шелкопряд в условиях средней Европы питается большинством лиственных пород. Гусеницы встречаются чаще всего на плодовых деревьях, с которых переходят на дуб, граб, липу. Вспышки массового размножения непарного шелкопряда происходят в южных районах в дубовых насаждениях в изреженных лесах. Градация данного филофага неоднозначна. Так, на юге страны периодичность градаций составляет 3 – 4 года, когда в средней полосе – 5 – 8 лет. После дефолиации, если отмечалась сухая погода, погибают отдельные дубы, а иногда и целые насаждения [241].

Вопрос причин появления и развития очагов массового размножения ряда филофагов (непарного шелкопряда, златогузки, зелёной дубовой листовёртки) в условиях Южного Предуралья изучен недостаточно и актуален.

3.2 Хвоегрызущие филлофаги основных лесобразующих пород

Сосновые пилильщики (лат. *Diprionidae*) – семейство сидячебрюхих перепончатокрылых из группы пилильщиков надсемейства *Tenthredinoidea*. Имаго не питается. Личинки развиваются на хвойных породах, сильно вредят.

Размножение хвое-листогрызущих филлофагов в бореальных лесах РФ не приводит к массовой гибели насаждений, но может выступать как фактор существенного ослабления древостоев. Более опасны данные филлофаги для хвойных молодняков [279, 278].

Рыжий сосновый пилильщик распространен почти во всей Европе, в Азии, Сибири, Корее и Японии. В Северную Америку был завезен приблизительно 50 лет назад. В России появляется в основном в европейской части и Сибири. Как очень холодостойкий вид, который переносит резкие климатические условия, на севере заходит через полярный круг и достигает Лапландии. В средней Европе находит пригодные условия для развития в горах и холмистых местностях [61].

По результатам исследований С.В. Вишняковой [42, 43, 44, 45] выявлены механизмы, определяющие относительное динамическое постоянство свойств изучаемой системы взаимоотношений популяции рыжего соснового пилильщика со средой обитания, где посредством затяжной диапаузы происходит выравнивание соотношения полов и средней плодовитости самок пилильщика ко времени их лёта, когда определяется уровень численности нового поколения.

Как отмечала С.В. Вишнякова [42, 43, 44, 45], это становится возможным в результате одновременного появления самок, находившихся в длительной диапаузе. Эти самки в момент ухода в диапаузу тяжелее по массе и имеют преимущества в соотношении полов, поэтому колебания средней плодовитости самок к моменту откладки яиц не превышают 25%, а соотношение полов, сильно меняющееся в результате дифференциальной смертности самцов и самок на фазе личинки, возвращается к исходному.

С.В. Вишняковой [42, 43] выяснено, что за 29 лет наблюдений подъемы

численности пилильщика случались 8 раз. На одних и тех же участках леса рыжий сосновый пилильщик дает частые, но непродолжительные вспышки размножения, пик которых наблюдается один год. Волны численности разрушаются под влиянием биотических факторов и из-за способности эонимф пилильщика оставаться в затяжной диапаузе, которые могут продолжаться до 4 – 5 лет. Были получены многолетние ряды данных, которые показывают определенную упорядоченность в появлении волн численности пилильщика в виде повторяющихся циклов. Каждый из них начинается более высоким подъемом численности, за которым появляются с промежутком в два года две более низкие волны. Эти события повторяются в той же последовательности через неравные промежутки времени в 10 – 12 лет [42, 43, 44, 45].

Механизмы обратной связи и адаптивные механизмы поддерживают численность пилильщика в определенных границах, при этом популяция никогда не бывает в глубокой депрессии. Популяция всегда остается в пределах зоны стабильности без потери механизмов регуляции. Так, вторая волна, обычно следующая после более высокого подъема численности, появлялась в многолетнем ряду данных через 3,5 и 4 года. Однако, преобразуясь во времени, пространственная структура популяции рыжего соснового пилильщика в общих чертах устойчиво сохранялась почти 30 лет [42, 43, 44, 45].

В молодняках возраста приживания скорейшее обнаружение очагов филлофагов и необходимость срочных мер борьбы очевидна, указывал в своих работах С.Д. Узенбаев [332], т.к. молодые деревца могут быть обесхвоены буквально в считанные дни. Так опустошать лесные культуры ювенильного возраста способен рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) в связи с его биологической особенностью откладывать сразу всю кладку яиц, число вылупившихся личинок 1-го возраста в которой достигает в сосняках области 94 шт. Обитание такого количества кормящихся пилильщиков в кроне 3-летней сосенки завершается ее полным объеданием, которое приводит к ослаблению и, иногда, гибели растения. Поэтому надзор за пилильщиком и должен, в первую очередь, проводиться в культурах 3 – 6-летнего биологического возраста, т.е. до

смыкания.

Своевременности проведения надзора, по мнению С.Д. Узенбаева [332], за этим насекомым и определению момента начала борьбы с ним может существенно помочь природный феномен синхронности развития пилильщика и его кормовой породы. Особенность связи насекомого с деревом здесь заключается в том, что ежегодно определенной фазе развития сосны соответствует строго определенная фаза пилильщика. При этом если в молодых посадках процессы роста у сосны происходят быстрее, чем в насаждениях, то пилильщики, следуя за сосной, в таком же темпе опережают особей, развивающихся во взрослых насаждениях, но везде наблюдается строгая синхронность фаз развития насекомого и кормовой породы. Так, начало формирования личиночной фазы пилильщика и последующий выход личинок из яиц, отложенных осенью внутрь хвоинки, точно соответствует началу вегетации молодой хвои. Яйца пилильщика поднимаются над хвоинками и становятся хорошо видными невооруженным глазом даже на расстоянии более 0,5 м в тот момент, когда сосна начинает возобновлять рост материнских почек, нарушается их смоляной покров в верхней части и обнаруживаются почечные чешуи. В момент, когда у сосны растрескаются почечные чешуи и почки увеличатся в длину, у пилильщика сквозь оболочку яйца начинает просматриваться зародыш будущей личинки [332].

Сформировавшаяся личинка выйдет из яйца и начнет питаться в то время, когда растущие побеги текущего года у основания освободят от коричневых чешуй свою зелёную часть на 2 – 3 см, т.е. начнет «работать» уже новая молодая хвоя. По датам в разных древостоях это явление может различаться в зависимости от условий, например, под пологом леса и личинки, и молодая хвоя появятся даже на две недели позднее, чем на деревьях открытых пространств и на вершинах. Но в любых условиях личинки пилильщика выйдут только одновременно с началом вегетации новой хвои [332].

Строгая синхронность развития кормовой породы и насекомого сохраняется и далее. Личинки пилильщика сбрасывают шкурку и переходят на второй личиночный возраст в тот момент, когда побеги сосны освободятся от чешуй до

вершинки. Определить третий возраст в популяции пилильщика, т.е. именно тот, находясь в котором его личинки начинают наносить ощутимый вред, тоже можно по стадии развития кормовой породы. Так, начало вызревания молодой хвои совпадает с переходом личинок на третий возраст. В это время уже издали хорошо видна зелёная молодая хвоя, показавшаяся на $2/3$ длины побега из пленчатых колпачков. Наступление 4-го возраста личинок, в котором они объедают не только хвою, но и активно подгрызают побеги, совпадает с процессом начала обособления молодой хвои сосны по всему побегу, когда на всем его протяжении она показалась из пленчатых колпачков, а на половине длины побега хвоинки разъединились. Личинки завершают свое развитие и находятся в 5-м – 6-м возрастах, затем в фазе зонимфы и приступают к коконированию в то время, когда по всей длине побега хвоинки вышли уже наполовину и более из пленчатых колпачков и разъединились. На вершинах молодых побегов к этому моменту сформировались и четко разделились почки будущего года [332].

Помимо определения фаз развития популяции пилильщика этот метод пригоден и для оценки ее состояния. Так, например, сильное отставание сроков развития пилильщика на полторы – две недели от сроков развития кормовой породы чаще свидетельствует об эпизоотии ядерного полиэдроза. Заболевшие личинки в таком случае не питаются, сидят неподвижно, во время линьки гибнут. В больных семьях может наблюдаться наличие сразу трех возрастов личинок одновременно. В здоровых же семьях, где не отмечается больных особей, личинки, как правило, пребывают в смежных возрастах, один из которых преобладает [332].

Таким образом, прогнозирование развития рыжего соснового пилильщика по периодичности процессов биологически связанной с ним сосны обыкновенной эффективно не только при определении его отдельных фаз, но и дает возможность оценить состояние популяции филофага и, соответственно, решать вопрос о целесообразности борьбы с ним. Предлагаемый метод надзора, хотя и требует от исследователей наблюдательности и большого терпения, является достаточно надежным и, несомненно, открывает новые возможности

экологического мониторинга биоценозов [332].

Лесопатологический надзор не может быть осуществлен без определения фаз развития насекомых, растений, а также болезней. При надзоре за рыжим сосновым пилильщиком необходимо учитывать стадии его развития, которые можно устанавливать по изменениям, происходящим с самим насекомым и с его кормовой породой. Несомненно, это точный способ, т.к. измеряются размеры тела личинки пилильщика, его головной капсулы и т.д. и фиксируются фенологические фазы сосны, на которой он питается и развивается строго синхронно с ней. Однако такие методы требуют специальной подготовки и определенного навыка, и не всегда есть возможность наблюдать насекомое в нужное время, т.к. его очаги массового размножения могут быть удалены и находиться в труднодоступных лесных массивах.

В 1995 г. пожар уничтожил часть сосновых культур, где в течение 27 лет продолжался непрерывный мониторинг численности пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) и где были выявлены упорядоченность его популяционной структуры и появление наиболее высоких подъемов численности через 10 – 12 лет [83]. По нераскорчеванной гари были посажены новые культуры сосны, по которым рыжий сосновый пилильщик быстро расселился за счет запаса самок, переживших пожар на не пройденных огнем участках. Очередной подъем его численности, охвативший все сосняки района, проявился и на гари, где в 2003 и 2004 гг. были очень сильно повреждены 7 – 8-летние сосёнки, но усыхания не было; в культурах вне гари, где пик был в 2005 г., повреждения были незначительны.

Поэтому очень удобным и интересным является метод определения фаз и стадий развития пилильщика по фазам развития растений – феноиндикаторов. Такие растения были выявлены Т.М. Гурьяновой [83] во время работы в очагах рыжего соснового пилильщика в Навлинском районе Брянской области.

Исследования Т.М. Гурьяновой [83] проводились в течение трёх лет. Такой срок, как известно, является достаточным для достоверного фенологического заключения. Маршруты выбирались в типичных для области условиях

местопроизрастания – А1 – 3; В2 – 3; А2 – 3 и типах леса: брусничниках, кисличниках, сосняках дубовых и т.д. первого и второго классов возраста [83].

Как видно, фазы развития пилильщика легко установить по фенологическим фазам очень распространенных и хорошо известных растений. Так, отрождение пилильщика во все годы наблюдений происходило одновременно с массовым цветением черемухи. А зацветающие в садах рябина, сирень и в лесах брусника будут сигнализировать о том, что пилильщик вступил во второй личиночный возраст и уже начинает повреждать сосняки [83].

Древостой и особенно молодняки сильно пострадают в то время, когда в лесах полностью зацветут ландыши и рябина, а в городских посадках – сирень. К этому времени в очагах массового размножения пилильщика уже должны быть проведены истребительные мероприятия. Если же насаждения остались необработанными защитными средствами ко времени, когда массово цветут шиповник и калина, а в лесах – сныть, значит, время упущено, и рыжий сосновый пилильщик уже причинил вред соснякам, и с цветением иван-чая скоро покинет объединенные кроны и уйдет на коконирирование. Надзор за пилильщиком по фазам развития растений феноиндикаторов очень прост, доступен и вполне может применяться на практике. Приведенные растения хорошо всем известны, наблюдение за ними не составляет большого труда и не требует каких-либо специальных знаний [83].

Т.М. Гурьянова [83, 84, 85] в своих работах отмечала механизмы структурной устойчивости многолетней динамики численности рыжего соснового пилильщика, влияние пожара на динамику популяции рыжего соснового пилильщика в культурах сосны обыкновенной южной лесостепи, подвела итоги многолетних стационарных наблюдений за волнами размножения рыжего соснового пилильщика в разных природных зонах.

А.В. Харлашина [339] отмечает, что начало и продолжительность лёта рыжего соснового пилильщика связаны с температурой воздуха. Температура и влажность воздуха оказывают влияние также на окраску покровов личинок, которая не является строго закрепленным признаком и меняется по мере их раз-

вития и роста. Между продолжительностью развития личинок летнего поколения рыжего соснового пилильщика в фоне и суммой положительных температур прямая связь отсутствует. Одним из главных регуляторов темпа развития, начала и смены различных этапов жизненного цикла рыжего соснового пилильщика является фотопериод. Соотношение полов в популяции пилильщика в межвспышечные годы в среднем составляет 1: 2 в пользу самок. Лишь в участках с повышенной численностью к концу периода развития популяции преобладают самцы.

Потенциальная плодовитость самок пилильщика не имеет достоверных различий с фактической плодовитостью. В среднем за годы исследований она составила $124,3 \pm 7,5$ шт. яиц. Таким образом, в межвспышечные годы, отличающиеся низким уровнем численности пилильщика, средняя плодовитость самок близка к средневидовой. Число отложенных в одну хвоинку яичек пилильщика не связано с уровнем его численности в насаждении, а зависит лишь от длины хвои.

Данные построения таблицы выживаемости пилильщика, по мнению А.В. Харлашиной [339], показали, что наибольшее влияние на численность популяции пилильщика в межвспышечные годы оказывали хищники совместно с рядом случайных факторов, которые действовали во время питания и миграций личинок, а также лёта имаго. Вторым по значению фактором являлись паразиты, в особенности паразиты яиц и коконов. Имело место изменение роли отдельных факторов смертности пилильщика по годам наблюдений и в различных участках в одно и то же время, что является следствием воздействия на популяцию пилильщика изменяющихся условий среды.

Выявлена определенная избирательность пилильщика по отношению к соснам в различных условиях местопроизрастания. Сильнее в одни и те же годы повреждаются сосны на более высоких элементах микрорельефа, обладающие меньшей энергией роста и пониженной резистентностью. Заметное увеличение отпада поврежденных пилильщиком деревьев происходит лишь при однократном сильном повреждении или двукратном среднем повреждении хвои.

Размер усыхания деревьев на пробных площадях на третий год после повреждений таких степеней достигает 11,8 – 47,8% [339].

Большое значение для выживания деревьев имеет даже небольшая доля сохранившейся хвои, обеспечивающая их жизнеспособность. Наибольшая степень отпада в поврежденных культурах наблюдается в первый год после повреждения пилильщиком. Улучшение состояния поврежденных насаждений наступает на второй год при отсутствии вторичного повреждения. Полное восстановление хвои у живых деревьев завершается на третий год [339]. Потери прироста деревьев по высоте на следующий после повреждения год заметны лишь при сильном и среднем объедании деревьев.

В наибольшей степени абсолютная величина прироста сосны по диаметру в молодых культурах сосны зависит от их возраста и погодных условий, в меньшей мере влияет на нее степень повреждения хвои. Некоторое снижение прироста сосны по диаметру в год повреждения и заметное снижение в следующие за ним годы имеет место лишь при сильной степени повреждения хвои. В последующие годы прирост по диаметру у поврежденных сосен в культурах I класса возраста увеличивается, он выравнивается или превышает прирост неповрежденных деревьев.

Основным критерием для назначения защитных мероприятий в очагах массового размножения рыжего соснового пилильщика следует считать размер общего отпада деревьев в поврежденных сосняках, от которого зависит сохранность культур и затраты на их восстановление. Восстановление хвои объеденных деревьев на следующий после повреждения год происходит в основном за счет развития хвои на молодых побегах. Меньшее значение имеют хвоинки, развивающиеся из пробудившихся почек в междоузлиях и пазухах объеденных побегов. Молодые побеги у поврежденных сосен начинают расти одновременно, но заканчивают рост раньше, чем у неповрежденных. На следующий год восстанавливаемая хвоя у сильно поврежденных сосен укорочена и часто аномальна по своему строению, что свидетельствует о глубоком нарушении метаболизма этих деревьев [339].

Т.А. Макарова [212] отмечает, что распределение очагов массового размножения обыкновенного соснового пилильщика на территории Среднего Приобья происходит неравномерно в зависимости от типа леса. Наибольшее их количество (26,6%) отмечается в чистом сосновом лесу. В сосновом, кустарничково-зеленомошном и кедрово-сосновом, кустарничково-зеленомошном лесах количество очагов составляет 14,3 – 20%. Менее заселёнными являются хвойные насаждения в берёзово-кедрово-сосновом; кустарничково-зеленомошном лесу; сосново-кедровом; травяно-кустарничковом и сосново-осиново-берёзовом; кустарничково-зеленомошном лесах, где количество очагов филофага распределяется равномерно, в пределах 6,2% [212].

В условиях Среднего Приобья сосновым пилильщиком преимущественно заселяются деревья в возрасте от 20 до 80 лет. Наибольшую (60%) степень повреждения хвои имеют деревья данного возраста, произрастающие в чистых сосняках. Наименьшую (до 10%) степень повреждения имеют деревья в берёзово-кедрово-сосновом, кустарничково-зеленомошном лесу; сосново-кустарничково-сфагновом лесу; сосново-кедровом, травяно-кустарничковом и сосново-осиново-берёзовом, кустарничково-зеленомошном лесах, возраст которых составляет более 80 лет. Коэффициент плотности заселения кроны личинками соснового пилильщика в условиях Среднего Приобья зависит от физиологического состояния древостоя, фаунистического разнообразия травяного покрова, обилия кустарничкового яруса, а также микрорельефа местности [212].

Наивысшую плотность (313 шт./100 г хвои) заселения веток насекомым имеют деревья, расположенные на возвышенности и произрастающие в чистом сосновом лесу с редким травостоем, проективное покрытие которого не превышает 2%. Кустарничковый ярус, как правило, отсутствует. Деревья сосны обыкновенной на 3 – 5% ослаблены болезнями. Количество усохших и суховершинных сосен на территории – 6% [212].

Степень повреждения кроны личинками в очагах массового размножения пилильщика находится в определенной зависимости от полноты сосновых насаждений. Наибольшую (от 25 до 60%) степень повреждения имеют деревья с

полнотой насаждений 0,5. Существенная гибель крон (от 15 до 20%) отмечается также и при полноте 0,2 и 0,3. В очагах массового распространения пилильщика процент зараженности их паразитами в межвспышечный период составляет $64,3 \pm 3,7\%$ [212].

Основными паразитами и хищниками обыкновенного пилильщика во вспышечный период являются яйцееды (р. *Telenomus*), муравьи (*Formica rufa* L., *F. polycтена* Forst), паразиты личинок – тахина (*Sturmia inconspicua* Meig.), эонимфы, пронимфы и куколки часто поражаются болезнями, вызванными грибами (р. *Penicillium*), повреждаются или уничтожаются проволочниками (*Lacop murinus* L., *Melanotus rufipes* L.) и жужелицами (*Carabus violaceus* L., *Carabus nemoralis* L.). Среди насекомоядных птиц и млекопитающих в условиях средней тайги большое значение имеют пищухи, синицы, дятлы, иволги, скворцы, сойки, лесные мыши и барсуки [212].

Выявлены [18] различия в экологической плотности и чувствительности к вирусу ядерного полиэдроза рыжего соснового пилильщика в участках 8-летних культур сосны с неоднородными лесорастительными условиями. Экологическая плотность насекомого в насаждениях, произрастающих в биотопах с более благоприятными для роста сосны условиями, ниже, чем в насаждениях с менее благоприятными условиями. Показано, что личинки 4-го возраста более чувствительны к вирусу ядерного полиэдроза по LT_{50} в насаждениях с менее благоприятными для роста сосны обыкновенной условиями.

На примере рыжего соснового пилильщика, одного из наиболее распространенных филофагов сосняков, С.В. Вишнякова [43, 45] рассматривала особенности распределения подобных ему фитофагов на участках и в кронах деревьев разных возрастов в несомкнувшихся культурах. Это насекомое наиболее подходит для такого изучения, что объясняется его биологическими особенностями. Так, при заселении деревьев самка пилильщика откладывает всю кладку яиц, чаще 40 – 70 штук, сразу в одном определенном выбранном ею месте кроны в рядом расположенные хвоинки. А вылупившиеся из яиц одной яйцекладки личинки питаются колонией, все вместе, на протяжении всей личиночной фазы.

В кроне дерева, передвигаясь по веточкам, они проделывают путь, как правило, в общей сложности длиной 0,5 – 1,5 м, уничтожив на пути своего следования всю прошлогоднюю хвою. В отличие от яиц, находящихся внутри хвоинок, и без особого навыка трудно различимых, сидящие на хвоинках кучно, как одно гнездо, темно-зелёные личинки хорошо заметны уже с 1-го личиночного возраста. Такие гнезда личинок III – IV возрастов уже хорошо видны издали. Это и дает возможность достоверно определить предпочитаемые пилильщиком места на участке, деревья в насаждении и части их крон [43, 45].

Пространственное распределение этого фитофага на участках 3 – 6-летних культур достаточно своеобразно. Так, наиболее заселёнными в культурах, созданных на нелесных землях Навлинского района, всегда являлись защищённые от ветра группы сосенок, расположенные в низинах и впадинах и растущие в плотном окружении кустарников. Конечно, трудно возражать общепринятому мнению о важности кормовых свойств хвои при выборе самками места для откладки яиц. Но повторяемость заселения пилильщиком одних и тех же деревьев и даже одних и тех же веточек на деревце в течение двух – трех, а иногда и четырех лет, говорит о том, что микроклимат отдельных стадий во время лёта и откладки яиц играет для этого фитофага важную роль при распределении его в культурах [43, 45].

По данным С.В. Вишняковой [43, 45], при проведении замеров скорости ветра, проводимых многократно в одно и то же время, было определено, что в микропонижениях она в 3 – 15 раз меньше, чем на повышенных элементах рельефа. А это обстоятельство оказывает большое влияние на температурный режим, бесспорно, особенно важный для насекомых, летающих осенью.

Влияние на интенсивность их лёта температуры воздуха, степени инсоляции, влажности, подвижности воздуха подтвердилось детальными наблюдениями за поведением имаго пилильщика в течение трех лет. Было выявлено, что имаго спариваются и откладывают яйца обычно в те дни, когда не идут дожди, нет порывистого северного ветра, дневная температура при этом не опускается ниже +10°C – +12°C, общий балл облачности не ниже шести и среднесу-

точная температура не ниже $+10^{\circ}\text{C}$. Причем эти показатели выступают в комплексе и наиболее важны дневная температура воздуха и отсутствие сильного ветра. Так, имаго спаривались и откладывали яйца в те дни, когда среднесуточная температура была всего $+3,6^{\circ}\text{C}$ при утренней -1°C , но зато дневная $+11^{\circ}\text{C}$ при ярком солнце и безветрии. В дни, когда дул сильный холодный северный ветер, хотя температура и поднималась до $+10^{\circ}\text{C}$, ни лёта, ни тем более яйцекладки не наблюдалось, как и в дождливые дни с дневной температурой $+12^{\circ}\text{C}$. При слабой мороси и облачности 6 – 7 баллов, но безветрии и температуре $+14^{\circ}\text{C}$ спаривание и яйцекладка у пилильщика происходили [43, 45].

Таким образом, стремление самок пилильщика в низины участков, в защищённые от ветра места, объясняется необходимостью для процесса яйцекладки тепла и покоя. И понятно, что чем больше на участке будет таких мест, тем больше он окажется заселённым пилильщиком и, соответственно, больше пострадает. Распределение пилильщика среди деревьев разных возрастов и в их кронах тоже имеет свои закономерности.

Особенности заселения пилильщиком сосёнок 3-летнего биологического возраста изучались на участке, примыкавшем к болоту и стене леса, со средней задернелостью почвы и типом условий местообитания А1. Культуры были созданы 1-летними сеянцами, их состав – 10С. Трехлетние сосёнки представляют собой небольшие растения со средней высотой $22,5 \pm 0,46$ см. Они имеют всего одну мутовку, чаще с двумя – тремя боковыми веточками, в некоторых случаях число их может достигать и 6 шт., а иногда у растения всего только одна боковая веточка. При заселении таких маленьких растений выбор у самок пилильщика минимален, и обычно их кладки яиц встречались не только на боковых веточках, но и на центральном побеге, что впоследствии приводило к его подгрызанию [43, 45].

В число заселённых 3-летних сосенок попали растения более развитые, имеющие хорошо оформленную крону, и, что ясно было выражено, такие растения имели и больший прирост в высоту к 3-летнему возрасту. Прирост последнего года у 200 шт. заселённых и такого же количества контрольных заме-

рялся отдельно. Результаты измерений показали, что прирост центрального побега у заселённых на 15,7% достоверно (t факт = 6,25 при $P = 0,1$) превышал прирост контрольных. Заселение пилильщиком четырёхлетних сосёнок больше зависит от состояния кроны самого растения. Так, если веточки на одной из двух мутовок, к примеру, на нижней, охвоены хуже или не имели удобного расположения (были слишком прижаты к земле и прочее), то самки откладывали яйца на верхней мутовке. Если веточки на обеих мутовках были развиты одинаково, то самки заселяли обе. Характерно то, что никогда на четырёхлетних сосенках не встречались кладки яиц, отложенные в хвою центральной стержневой веточки [43, 45]. Тем не менее, так же, как и в случае с трёхлетними, пилильщик повреждает и у четырёхлетних растений почти весь объем кроны, и заселёнными тоже оказывались развитые растения, а отстающие в росте пилильщиком не заселялись.

Характер заселения пилильщиком сосенок 5 – 6-летнего биологического возраста отличается от распределения его в 3 – 4-летних культурах. В кронах 5 – 6-летних сосёнок прослеживается некоторое предпочтение пилильщиком их средней части. У таких сосёнок интенсивнее заселяются веточки второй мутовки, считая сверху, при этом формирующаяся мутовка молодых побегов в счёт не берется. Заселённость пилильщиком крон шестилетних сосёнок характеризовалась следующим образом: на ветках первой, второй и третьей от вершинки мутовок соответственно располагалось 9, 52 и 20% обнаруженных кладок яиц пилильщика. Хвою веток первой и третьей мутовок пилильщик выбирал для яйцекладки только в тех случаях, если это были сильно опережающие или отстающие в росте, повреждённые другими насекомыми и болезнями или заселяемые уже не первый год сосёнки. В последнем случае, как правило, заселялась нижняя – третья мутовка. Распределение пилильщика среди 5- и 6-летних деревьев на участках культур отличалось тем, что заселёнными оказывались менее развитые, низкие и угнетённые растения, растущие в худших условиях местопроизрастания. При этом что в 3 – 4-летних культурах было наоборот [43, 45].

Относительно сторон света каких-либо закономерностей в распределении кладок на деревьях 3 – 6-летнего возраста обнаружить не удалось, т.к. и южная, и северная части кроны заселялись с почти одинаковой плотностью, причем в некоторых случаях кладки встречались только на северной стороне кроны.

При анализе распределения рыжего соснового пилильщика по типам леса по всему очагу массового размножения в лесах было выявлено, что в большей степени заселяются сосняки разнотравные, а бруснично-черничные и брусничники несколько в меньшей степени. Доля остальных типов леса (лишайниковых, бруснично-мшистых, черничников, сложных, липовых и дубовых), занятая очагами пилильщика, невелика [43, 45].

В очаге прослеживалась и возрастная дифференциация поврежденных насаждений. Наиболее заселялись пилильщиком 5 – 15 и 40-летние культуры, при этом 40-летние с невысокой степенью повреждения (21,4%) занимали большую часть от площади очагов. Но в наибольшей степени (более 70%) были повреждены 5 – 15-летние культуры. Кроме того, была отмечена приуроченность очагов пилильщика к культурам, созданным на нелесных землях, к площадям, где проводились почвоосушительные работы, к участкам, подвергшимся ветровалам, подсочке. Таким образом, распределение рыжего соснового пилильщика в несомкнувшихся культурах имеет свои характерные особенности, которые необходимо учитывать при мониторинге, проведении истребительных мероприятий и создании лесных культур. Приведенные особенности распределения этого фитофага в насаждениях стоит учитывать при изучении расселения и распределения и других филлофагов молодняков, фенологически и биологически сходных с пилильщиком [43, 45].

Д.А. Кузьмина [176, 177] предлагает считать вспышкой массового размножения насекомых вредоносность данной популяции, с одной стороны, и степень увеличения плотности популяции, – с другой. Вспышка массового размножения отмечается в тех случаях, когда на площади в один гектар и более происходит в течение нескольких генераций увеличение плотности популяции филлофага в 100 и более раз, для хвое- и листогрызущих насекомых поврежда-

ется примерно треть или более деревьев в древостое (а для стволовых – 10% и более) или, если речь идет о карпофагах, треть плодов.

Критериями для определения состояния вспышки массового размножения насекомых являются предложенные показатели экстенсивности и интенсивности повреждения деревьев. Анализ динамики вспышек массового размножения насекомых показал, что число вспышек имеет тенденцию к росту для рыжего соснового пилильщика, типографа, дендроктона и большого соснового долгоносика. Также отмечена миграция насекомых к северу европейской части России. Несмотря на увеличение числа вспышек, площади очагов невелики.

Лесные насаждения Ханты-Мансийского автономного округа составляют около 4,5% лесного фонда России, из них более 48% занимают сосняки – основной источник древесных ресурсов в округе. На протяжении 3 – 4 последних десятилетий леса региона подвергаются воздействию различных природных и антропогенных факторов: заболачиванию и нефтезагрязнению, лесным пожарам, ежегодному повреждению филлофагами и болезнями. Существенный вред хвойным насаждениям в условиях Среднего Приобья в различные годы наносят сибирский шелкопряд, сосновая совка, сосновая пяденица, сосновые пилильщики [212].

Впервые вспышки массового размножения обыкновенного соснового пилильщика (*Diprion pini* L.) во многих губерниях России были отмечены во второй половине XIX столетия. Необходимость детального изучения морфобиологических особенностей обыкновенного соснового пилильщика, биотопической приуроченности вида в условиях Среднего Приобья, фенологии и экологии филлофага, факторов, регулирующих численность соснового пилильщика в природных условиях, определило цель и задачи настоящих исследований [212]. На основании выполненных работ впервые изучена фенология развития соснового пилильщика (*Diprion pini* L.), некоторые особенности его жизненного цикла в условиях Среднего Приобья. Дана характеристика основных типов леса, наиболее повреждаемых сосновым пилильщиком. Получены данные о естественных паразитах (*Diprion pini* L.) и определена их регулирующая роль в дина-

мике численности насекомых в природе. Впервые установлены основные причины и особенности вспышек массового размножения обыкновенного соснового пилильщика в условиях Западной Сибири.

Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) широко распространен в северной части Палеарктики, а после завоза в Северную Америку его ареал стал практически циркумполярным. Вспышки его массового размножения известны в сосняках многих стран Европы [141, 224].

На территории европейской части России, на юге Западной Сибири и в Северном Казахстане рыжий сосновый пилильщик также является основным фитофагом сосняков [68]. В более северных районах Западной Сибири этот фитофаг питается на хвое кедра сибирского и при этом регулярно дает вспышки массового размножения [69]. В регионе Средней Сибири именно в кедряках Томской области отмечены наиболее крупные очаги массового размножения рыжего соснового пилильщика. За 45-летний период наблюдений наиболее крупные очаги массового размножения здесь действовали в 1990 (54,7 тыс. га), 1995 (47,0 тыс. га) и в 2005 гг. (8,0 тыс. га). Лесопатологические обследования, проведенные в 2000 г. в Тюменской области [69], показали, что рыжий сосновый пилильщик образует и здесь очаги массового размножения в кедряках. Причем в некоторые годы повреждения бывают столь сильными, что приводят к гибели древостой. Так, в 2000 г. выявлена гибель кедрячей от повреждений в Вагайском лесхозе на площади 247 га, всего же были повреждены личинкам пилильщика леса в этом лесхозе на площади 354 га.

Известна вспышка численности рыжего соснового пилильщика в кедряках Северного Урала [280]. Здесь пилильщик нанес повреждения в 1955 – 1956 гг. спелым и перестойным кедрякам, а также кедру в смешанных лесах, расположенных в нижней части северного и восточного склона горы Денежкин Камень. В эти же годы вспышка фитофага наблюдалась в кедряках Ивдельского и Североуральского районов Свердловской области. Общая площадь очагов с различным (в основном очень низким) уровнем повреждений крон достигала 2,5 тыс. га. Причем на сосне личинки пилильщика практически отсутствовали.

Таким образом, в Сибири рыжий сосновый пилильщик выбирает для питания кедр сибирский, часто давая вспышки массового размножения в кедрачах.

Однако сибирский регион не всегда отвечает экологическим требованиям этого фитофага. Ю.И. Гниненко [68] отмечал, что отложенные внутрь хвоинок яйца рыжего соснового пилильщика в этом регионе часто гибнут в зимний период от морозов. Самки фитофага предпочитают откладывать яйца в верхних частях крон, только очень небольшая их доля откладывается в нижних частях крон. Но в холодные годы именно эти кладки выживают, так как оказываются укрытыми снегом и изолированными от воздействия экстремально низких температур. Все проанализированные яйцекладки размещались только на хвое прошлого года, то есть самки для откладки яиц выбирают самую молодую хвою в кроне. Обычно на пучке из 5 хвоинок яйца размещаются не на всех из них. Из 76 пятихвойных пучков яйца пилильщика в 38,2% случаев были отложены только в одну хвоинку из пяти. В 36,8% – в две, в 19,7% – в три, в 3,9% – четыре и только в 1,4% случаев яйца оказались отложенными во все пять хвоинок в пучке. Среднее число яиц в одной хвоинке в разных пунктах колебалось от 10,1 до 13,9. По всем очагам Томской области в среднем в одной хвоинке находилось $12,98 \pm 0,27$ яйца. Это значительно превосходит среднее число яиц в одной хвоинке, отмеченное в кедрачах Северного Урала, где в среднем в одной хвоинке было $7,0 \pm 2,4$ яйца [280].

При развитии на сосне в других частях ареала самки рыжего соснового пилильщика откладывают в одну хвоинку сосны также меньшее число яиц. Так, на юге Зауралья и в Северном Казахстане в среднем в одной хвоинке бывает от 3,2 до 10,7 яиц [68].

Видовой состав энтомофагов у рыжего соснового пилильщика такой же, как у обыкновенного соснового пилильщика, но в регуляции численности энтомофаги играют меньшую роль. Это объясняется тем, что большинство активных энтомофагов, особенно паразитирующих на яйцах и молодых личинках, синхронно в своем развитии с обыкновенным, но не синхронно с рыжим пилильщиком. Паразитокомплекс этого вида детально описан Н.Г. Коломийцем,

А.И. Воронцовым, Г.В. Стадницким [153].

Рыжий сосновый пилильщик широко распространен в северной части Палеарктики, а после завоза в Северную Америку его ареал стал практически циркумполярным. Вспышки его массового размножения известны в сосняках многих стран Европы. Он повсеместно повреждает сосновые древостои как естественного, так и искусственного происхождения [224]. В.Л. Мешкова, Е.В. Давиденко [224] проводили исследования по воздействию применения вируса ядерного полиэдроза на динамику численности рыжего соснового пилильщика, Л.К. Каменек, О.Ю. Шроль, Л.А. Иванова, В.А. Кублик [154] – биологического препарата битиплекс для защиты лесов от рыжего соснового пилильщика.

В более северных районах Западной Сибири этот фитофаг питается на хвое кедрового сибирского и при этом регулярно дает вспышки массового размножения [332]. В Сибири на территориях произрастания кедрового соснового пилильщик является опасным его филофагом. Очаги фитофага часто охватывают большие площади, но в морозные зимы вспышка массового размножения пилильщика может прерываться из-за вымерзания большей части яиц [69].

С.Д. Узенбаев [332] разрабатывал биологические меры борьбы с ложногусеницами рыжего соснового пилильщика на использовании естественных врагов.

Звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemorales* Thoms.) является широко распространенным филофагом сосны во многих частях ее ареала [151, 67]. Вспышки его массового размножения происходят как в молодняках, так и в спелых и перестойных лесах.

В лесах Томской области очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача известны с начала 60-х годов XX века [152]. Первые очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача в Прикетских борах были выявлены на площади 7840 га в 1960 г. по нанесенным сильнейшим повреждениям, в результате которых сосняки на площади 1,5 тыс. га усохли. Выявление очагов массового размножения по повреждениям свидетельствует о том, что

эти очаги начали формироваться, скорее всего, еще в начале 50-х годов XX века. Тогда эти сосняки имели возраст 30 – 50 лет, и появились они как естественное возобновление в борах, пострадавших в результате крупных лесных пожаров в начале XX века [152].

По мнению Ю.И. Гниненко [73], возникшие на больших площадях песчаных почв послепожарные молодняки сосны первоначально формируют сравнительно высокополнотные древостои. В возрасте 20 – 40 лет в таких молодняках складываются условия, благоприятствующие росту численности звёздчатого пилильщика-ткача и формированию его очагов массового размножения. Очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача в таких условиях носят хронический характер, в них личинки фитофага наносят неоднократные, иногда очень сильные повреждения кронам. В результате этого формируется разновозрастный древостой с оптимальной для данных условий полнотой. Аналогичный вывод получен также для очагов звёздчатого пилильщика-ткача, действовавших на юге Челябинской области [73].

Таким образом, по мнению Ю.И. Гниненко [70], очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача, возможно, не следует рассматривать как обязательный объект для проведения мер защиты. По-видимому, более правильным будет не проводить защитные обработки, а провести меры ухода за формирующимися древостоями с тем, чтобы их характеристики более полно соответствовали условиям произрастания.

Поэтому неминуемо встает вопрос о сохранности посадок, подвергающихся в возрасте до смыкания нападению различных видов филлофагов и болезней. Для успешного решения этой проблемы важно понимать, как строятся взаимоотношения растения и заселяющего его фитофага. В работах С.В. Вишняковой [42, 43, 44, 45] приводятся данные об особенностях распределения филлофагов по участку и в кронах деревьев, что позволяет легче и быстрее подобрать более эффективные способы защиты, методы надзора, а при возможности и размещение посадок, и их схему с учётом рельефа.

Биологические особенности звёздчатого ткача-пилильщика очень тесно

связаны с морфологической структурой вида. В. Кёлером описаны три формы звёздчатого пилильщика-ткача: *Acantholyda nemoralis* Thoms. f. *praecox* W. K. – восточная или ранняя, *A. nemoralis* Thoms. f. *serotiflora* W. K. – западная или поздняя, *A. nemoralis* Thoms. *typica* W. K. – типичная. Наиболее многочисленны и разнятся между собой первая и вторая формы, а третья является очень близкой ко второй, и доля её в популяции ткача обычно незначительная (до 20%).

В условиях Бузулукского бора обнаружены две основные формы ткача: ранняя – *Acantholyda nemoralis* Thoms f. *praecox* W. K. и поздняя – *A. nemoralis* Thoms. *serotiflora* W. K. Третью форму не выделяли [151].

Л.И. Ляшенко [208] изучал плодовитость красноголового ткача-пилильщика (*Acantholyda erythrocephala* L.). Яйца в яичниках были подсчитаны у 52 только что отродившихся в природе самок, одновременно проводилось их взвешивание. Среднее количество яиц в яичниках у только что отродившихся самок оказалось равным 31, с колебаниями от 6 до 50 штук. Плодовитость основной массы самок лежит в пределах от 15 до 45 яиц. Средний вес самок – 62 мг, с колебаниями от 36 до 126 мг. Вес большей части самок лежит в пределах от 40 до 75 мг.

В.И. Гримальский [78] отмечал, что эти очаги чаще всего приурочены к старопахотным участкам, летучим пескам и пустырям, т. е. к местообитаниям, где длительное время отсутствовал лес. При этом интенсивнее всего массовое размножение обычно наблюдается в самых бедных местообитаниях – в сухих борах. Иногда очаги возникают в условиях бедных и недостаточно обеспеченных влагой лесных почв (например, в типе бора верескового). Часто очаги филофагов возникают в насаждениях, где практикуется сбор подстилки. Для очагов характерны и местоположения с резкими колебаниями уровня грунтовых вод, особенно в периоды с понижением уровня. При обследованиях в этих местоположениях встречались лишь очаги совки и пилильщика. Однако ранее здесь находили и очаги соснового шелкопряда. Сравнительно реже очаги филофагов бывают приурочены к насаждениям, пройденным сильными низовыми пожарами. Иногда эти очаги встречались в старых заподсоченных насаждениях,

однако установить связь между их появлением и действием подсочки было трудно, так как насаждения находились в участках с резкими колебаниями уровня грунтовых вод [78].

Чаще и сильнее всего повреждаются чистые сосновые насаждения, иногда и смешанные (в местообитаниях с понижающимся уровнем грунтовых вод). Наиболее часто очаги возникают в стадии жердняка, молодые культуры (до 10 лет) повреждаются редко. Зависимость очагов от бонитета насаждений проявляется частично в местообитаниях, где низкий бонитет обусловлен бедностью и сухостью почвы (в сухих борах). В заболоченных местообитаниях, так же характеризующихся низким бонитетом, очаги хвоегрызущих насекомых, как правило, не возникают. Очаги хвоегрызущих филлофагов могут образовываться в насаждениях различной полноты [78].

Ю.И. Гниненко, Г.А. Серый [74] изучали особенности динамики численности и биологии хвоегрызущих пилильщиков в сложных очагах в сосняках Нижнего Поволжья. Выявлены причины преимуществ красноголового пилильщика-ткача в конкурентных отношениях с другими видами пилильщиков, а также причины преимущественного лёта имаго обыкновенного соснового пилильщика во второй половине вегетационного периода.

С.А. Астапенко, Ю.Н. Баранчиков, Е.Н. Пальникова [14] в своих работах отмечают, что в Красноярском крае кроны ели сибирской заселяет комплекс из 7 видов пилильщиков-филлофагов. Основу комплекса составляют *Cephalcia abietis* L., *Pristiphora subarctica* Forssl. и *P. compressa* Hart., на долю которых приходится до 95% особей. Совпадая по времени откладки яиц, эти пилильщики избегают межвидовой конкуренции, расходясь по таким параметрам экологической ниши, как места откладки яиц и питания личинок, распределение коконов в подстилке и фенология прохождения отдельных фаз развития.

Е.В. Давиденко, В.Л. Мешкова [88] экспериментально доказали, что в пределах одного лесного массива развитие особей обыкновенного соснового пилильщика *Diprion pini* L. (Hymenoptera: Diprionidae) может протекать по мновольтинному или бивольтинному типу, в зависимости от лесорастительных

условий, которые определяют особенности микроклимата. Предложены подходы к прогнозированию количества поколений этого вида.

Предкуколочный период в жизни звёздчатого пилильщика-ткача, как и других пилильщиков, делят на две стадии. Первую стадию, когда ложногусеница только изменила цвет тела, называют эонимфой. Эонимфа имеет черный личиночный глазок. Как только эонимфа выйдет из состояния диапаузы (реактивируется), глазок ее становится несколько просветлённым, над глазками появляются темные пятна имагинальных глаз, соответствующие фасеточному глазу куколки и взрослого насекомого. Таких реактивировавшихся ложногусениц называют пронимфами. Разделить обитателей почвенных колыбелек по степени развития дисков имагинальных глаз легко, начиная с конца августа. Обычно на всем ареале ткача процесс реактивирования заканчивается к середине сентября. Из пронимф весной выйдут взрослые особи. Оставшиеся в почве эонимфы продолжают находиться в состоянии диапаузы. Выход имаго из почвы ежегодно бывает очень различным: в отдельные годы вылетают единичные особи, тогда как в другие – практически все особи. Такое длительное диапаузирование и неравномерность реактивации приводит не только к формированию хронических очагов массового размножения, но часто становится причиной «неожиданно» выявленных сильных повреждений крон после нескольких лет отсутствия заметного объедания крон [71].

Зимует личинка в почве. Лёт взрослых ткачей начинается в мае и продолжается около месяца. Массовый лёт совпадает с началом пыления мужских колосков сосны обыкновенной. Самки откладывают яйца по 1 – 2 вначале на хвоинки прошлого года, а затем на подростную хвою майских побегов. Плодовитость одной самки около 50 яиц. Через 2 – 3 недели появляются желтоватого цвета личинки. В дальнейшем они становятся оливково-зелёными, с тремя продольными буроватыми полосами на спине и брюшке. Спинные полосы разбиты на отдельные пятна; голова буро-жёлтая. С самого начала жизни на побеге текущего года личинка образует гнездо из паутины, соединяя ею хвоинки с внутренней стороны. В паутинном гнезде личинка живет одна, но на побеге их мо-

жет быть несколько. В первых двух возрастах развития личинки питаются молодой хвоей, объедая ее вначале с краев, а затем подгрызая. Недоеденная часть хвоинок остается в паутином гнезде. С 3-го возраста личинки могут питаться старой хвоей. За 3 – 4-недельный период развития личинка-самка линяет 5 раз, самец – 4 раза. Личинки живут 20 – 25 дней. В начале июня – в июле ложногусеницы, закончив питание, покидают паутиные гнезда и спускаются в подстилку. В почве, на глубине 15 – 25 см, они превращаются в эонимф, построив земляную колыбельку. В конце августа – в сентябре часть эонимф (диапаузирующие личинки) превращается в пронимф, которые легко отличаются по имгинальным дискам, расположенным на височных частях головы. У личинок, развитие которых идет без диапаузы, осенью на голове появляются овальные пятна (будущие глаза), после чего согнутое тело постепенно выпрямляется. Окукливаются пронимфы на следующий год в мае. Развитие куколки продолжается 8 – 10 дней. Часть эонимф остается в состоянии диапаузы от 1 – 3 (в европейской части) до 7 лет (в Сибири). Диапауза на стадии эонимфы превращает генерацию из одногодовой в 2 – 3 и 4-летнюю. Не исключена возможность и более длительных диапауз. Личинки, дающие самцов, в процессе развития линяют четыре раза и проходят пять возрастов. Личинки, дающие самок, линяют пять раз, проходят шесть возрастов. Возрастные различия по ширине головы не установлены. Во время вспышек массового размножения численность звёздчатого пилильщика-ткача может достигать очень высоких значений, что приводит к нанесению существенных повреждений крон. Все это ослабляет древостой, в которых сформировались и действуют очаги массового размножения ткача, приводя их к гибели или сильному изреживанию. Лёт взрослых особей сильно растянут и происходит обычно с мая по июнь. Самка откладывает яйца по периферии всей кроны на поверхности старых хвоинок по одному, редко больше. Плодовитость самки до 50 яиц. Инкубация яиц продолжается 9 – 14 дней. Свежевылупившаяся личинка доползает до ближайшего майского побега и в пазухе хвоинок заплетает рыхлое паутиное гнездо, которое по мере роста уплотняет. Молодые личинки живут поодиночке в отдельном паутином гнезде.

При питании каждая заплетает новый самостоятельный чехлик в виде длинной паутинной трубки. Питаясь, они высовываются из неё, скусывают хвоинку, затаскивают ее в гнездо и съедают, оставляя лишь вершинку. Трубка, как правило, не загрязнена ни остатками хвои, ни экскрементами, кроме случаев, когда застревают комочки кала, падающие сверху. Однако к концу питания в паутинных гнёздах все же скапливается иногда большое число экскрементов, что делает такие гнезда хорошо заметными. Питание каждой ложногусеницы продолжается в условиях Волгоградской области 17 – 26 суток [71], но из-за растянутости лёта имаго личинки в кронах встречаются в течение 1 – 1,5 месяцев. В первой половине июля падают с дерева на лесную подстилку и закапываются в почву, устраивая в ней колыбельку, обычно на глубине от 8 до 16 см. В колыбельке тело ложногусеницы становится желтым, оранжево-желтым или травяно-зелёным [61].

Лёт звёздчатого пилильщика-ткача сильно растянут, и в лесу одновременно можно наблюдать крылатых насекомых, яйца, молодых ложногусениц, ложногусениц, заканчивающих питание и диапаузирующих эонимф в почве. Ритмичность вспышек размножения иногда связывают с активностью Солнца [61]. На численность звёздчатого пилильщика-ткача болезни, паразитоиды и хищники существенного влияния не оказывают [151, 337]. Специальные многолетние исследования по поиску эффективных патогенов, на основе которых возможно было бы создать биологические препараты для защиты от этого фитофага, не дали результата [70, 74].

Ю.И. Гниненко, Т.И. Симонова [70] отметили существенную роль патогенов и энтомофагов звёздчатого и красноголового пилильщиков-ткачей в очагах массового размножения (в условиях сосняков в Северном Казахстане). Ю.И. Гниненко, А.Д. Маслов, М.А. Федотов, А.Я. Чернышов, К.Р. Каупуш [73] обобщили опыт использования димилина в сосновых древостоях для борьбы со звёздчатым пилильщиком-ткачом. И.В. Шершневу, А.А. Либерману, К.В. Кравцову [354] изучали очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача в сосняках ГКУ Брянской области «Учебно-опытное лесничество», где

отмечали особенности биологии насекомого, его плодовитость, наносимый ложногусеницей вред.

Zhang Tong-Xin, Cui Wei-Zheng, Sun Xu-Gen, Zhang Wei-Guang, Liang Zhong-Gui [387] проводили исследование методом регистрации электроантеннограммы реакции звёздчатого пилильщика-ткача на летучие соединения различных видов сосны.

Л.Г. Пападина [248] изучала экологические особенности звёздчатого пилильщика-ткача в лесах Забайкалья.

Специальные многолетние исследования по поиску эффективных патогенов, на основе которых возможно было бы создать биологические препараты для защиты от звёздчатого пилильщика-ткача, не дали результата [70, 74, 75, 283, 282]. Звёздчатый пилильщик-ткач часто формирует очаги совместно с красноголовым пилильщиком-ткачом *A. erythrocephala* L., рыжим *Neodiprion sertifer* L. и обыкновенным *Diprion pini* L. сосновыми пилильщиками [71].

Таким образом, накоплено мало сведений об экологических особенностях рыжего соснового пилильщика и звёздчатого пилильщика-ткача в различных географических провинциях России, практически не проведен анализ динамики площади очагов массового размножения сосновых пилильщиков во взаимосвязи с различными экологическими факторами, поэтому детализация данных вопросов в условиях Южного Предуралья достаточно актуальна.

3.3 Общие сведения о фенологии филлофагов лиственных пород

Фенологические наблюдения за отдельными фазами развития филлофагов очень важны для своевременного принятия и проведения защитных мероприятий в очагах массового размножения филлофагов. Фенологические особенности некоторых филлофагов изучались рядом авторов [96, 98, 102, 110, 162, 158, 159, 346, 31].

По данным А.В. Дунаева [110], древостои Харькова повреждались преимущественно комплексом листовёрток, среди которых доминировала зелёная

дубовая листовёртка *T. viridana*. Основные фенофазы развития *T. viridana* в сезоне 1996 – 1999 гг. приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Фенология доминантного вида (*T. viridana*)
в 1996 – 1999 гг. [110]

Год	Гусеница (возраст)			Куколка	Бабочка
	1-й	2-3-й	4-5-й		
1996	29.04-4.05	4.05-11.05	11.05-23.05	23.05 - 3.06	3.06-14.06
1997	30.04-5.05	5.05-12.05	12.05-28.05	28.05 -10.06	10.06-16.06
1998	20.04-27.04	27.04 - 08.05	08.05-20.05	20.05-31.05	31.05-12.06
1999	11.04-18.04	18.04-28.04	28.04-16.05	16.05-28.05	28.05- 11.06

Различия в сроках и длительности развития отдельных стадий, а в отношении стадии гусеницы – отдельных ее возрастов, в годы исследований могут быть объяснены погодными условиями [110].

Как показывают многолетние наблюдения, на всех ППП района исследований происходят более или менее синхронные смены доминантных видов листогрызущих чешуекрылых насекомых, что говорит о сходных условиях формирования энтомокомплексов ранневесенних видов. Особенно явно это выражено в периоды массового размножения (сопровождающегося высоким уровнем повреждения древостоев), когда преобладает один вид с эруптивным типом популяционной динамики [110].

В работе А.А. Царенко [346] отмечено, что появление и распространение зелёной дубовой листовёртки (*Tortrix viridana* L.) часто ограничено жесткими фенологическими сроками: питающиеся стадии должны совпадать с появлением необходимого корма. Это сильно зависит от погодных условий. Но, несмотря на это, зелёная дубовая листовёртка среди листогрызущих насекомых является одним из опасных филлофагов дубрав. Подъем численности и интенсивность развития фитофага в периоды 1998; 1999; 2000; 2001; 2003, а также 2005 гг. и меньше в 2006 г. были связаны с благоприятной метеорологической ситуацией. В период отрождения и развития гусениц (апрель, май) стояла жаркая, сухая погода. Отклонения среднемесячной температуры воздуха и среднеме-

сячных осадков от многолетней нормы были значительными, о чем свидетельствуют климограммы отклонений температуры и количества выпадаемых осадков от многолетних норм по годам. Из анализа метеоданных следует, что в росте численности филлофага и образовании очагов размножения зелёной дубовой листовёртки важную роль играли температуры воздуха, складывающиеся в период лёта бабочек и откладки ими яиц на зимний период.

Возникновение очагов и нарастание численности зелёной дубовой листовёртки было напрямую связано с влиянием метеорологических факторов в период развития гусениц филлофага, а также благоприятной перезимовкой ее яйцекладок [346].

А.А. Царенко [346] также изучалась фенологическая связь между появлением и развитием основных фаз онтогенеза. Изучение фенологии листовёртки проводилось в лабораторных садках. В результате исследований было установлено, что лёт бабочек зелёной дубовой листовёртки происходил в июне в дневное и ночное время при положительной температуре воздуха $+17 - +18^{\circ}\text{C}$. В отдельных случаях при снижении температуры до $+7^{\circ}\text{C}$ лёт бабочек прекращался, и они прятались в листьях деревьев. Самки откладывали до 140 яиц. Плодовитость бабочек по данным различных источников может составлять до 70 [1], 150 [61], 120 шт. яиц [102, 108].

По данным А.А. Царенко [346] гусеницы развивались около месяца. В июне происходило окукливание, и через 9 – 13 дней начинался лёт бабочек. Начало лёта бабочек наблюдалось в первой декаде июня, и уже спустя 7 – 15 дней наступал массовый лёт. Многие исследователи отмечали связь и зависимость сроков развития фитофага, его выживаемость от метеорологических факторов [39, 40, 113, 11, 58, 60]. Продолжительность развития отдельных фаз онтогенеза листовёртки в зависимости от среднемесячных температур можно использовать для краткосрочного прогнозирования численности филлофага.

А.И. Воронцов [55], изучая фенологию зелёной дубовой листовёртки, установил, что на фазу гусеницы уходит в среднем 31,5 дня, а на фазу куколки 21,5 дня. А.И. Ильинский [141] отмечал, что гусеницы развивались в третьей и

четвертой декадах апреля, и фаза куколки длилась 15 – 17 дней. Во всех исследованиях фенологии листовёртки наблюдалась связь сроков развития ее всех фаз с температурой воздуха. При холодной погоде продолжительность каждой фазы увеличивалась. Особенности фенологии зелёной дубовой листовёртки показали, что продолжительность развития и сроков появления отдельных фаз насекомого зависела от отклонений среднемесячных температур от многолетних норм и соответственно от сумм среднесуточных положительных температур.

Согласно исследованиям А.А. Царенко [346], гусеницы появились 23 апреля, многочисленный выход гусениц из яиц наступил через два дня: этому способствовали суммы положительных среднесуточных температур, которые составили 295°C. На фазу гусеницы уходило 19 дней, а на фазу куколки уходило 26 дней. Первое появление куколок зафиксировано 13 мая, закончилось 21 мая, при этом сумма среднесуточных температур воздуха составила 376°C.

Замечены первые бабочки 9 июня, появление их приурочено было к среднесуточной сумме температур воздуха 328°C. На фазу бабочек уходило 22 дня. Массовый лёт начался 15 июня и закончился первого июля. Исследования показали, что в 2004 году раннему появлению гусениц сопутствовали положительные температуры и предшествующая теплая зима. Первые гусеницы появлялись 19 апреля, массовое отрождение гусениц из яиц происходило через 8 дней. В целом на фазу гусеницы уходило 25 дней, за этот период среднесуточная положительная температура накапливалась до 271°C. Гусеницы окукливались в свернутых листьях, первые куколки были зафиксированы 15 мая. На фазу куколки в среднем уходило 25 дней, при накоплении суммы среднесуточной положительной температуре 399°C. Между концом окукливания и началом появления первых бабочек уходило в среднем 15 дней.

Период между появлением первых бабочек и началом массового лёта составил 8 дней. Лёт бабочек в природных условиях наступал 11 июня, заканчивался через 18 дней. Накапливаемая среднесуточная положительная температура в этот период составила 366°C.

Таблица 11 – Развитие и прогноз появления фаз зелёной дубовой листовёртки в Саратовской области [346]

Фазы развития	Прогнозируемые даты появления фаз	Сроки развития фаз (фаза/дни)	Сумма среднесуточных положительных температур, °С
2003 год			
Появление первых гусениц	23.04	Гусеница / 19	295
Массовый выход гусениц	25.04		
Появление первых куколок	13.05	Куколка / 26	376
Массовое окукливание	15.05		
Конец окукливания	21.05		
Появление первых бабочек	9.06	Бабочка / 22	328
Начало массового лёта	15.06		
Конец лёта	1.07		
2004 год			
Появление первых гусениц	19.04	Гусеница / 25	271
Массовый выход гусениц	27.04		
Появление первых куколок	15.05	Куколка / 25	399
Массовое окукливание	17.05		
Конец окукливания	25.05		
Появление первых бабочек	11.06	Бабочка / 18	366
Начало массового лёта	19.06		
Конец лёта	29.06		
2005 год			
Появление первых гусениц	10.05	Гусеница / 27	267
Массовый выход гусениц	18.05		
Появление первых куколок	8.06	Куколка / 21	332
Массовое окукливание	11.06		
Конец окукливания	18.06		
Появление первых бабочек	30.06	Бабочка / 9	352
Начало массового лёта	3.07		
Конец лёта	9.07		
2006 год			
Появление первых гусениц	7.05	Гусеница / 18	310
Массовый выход гусениц	21.05		
Появление первых куколок	25.05	Куколка / 29	327
Массовое окукливание	1.06		
Конец окукливания	15.06		
Появление первых бабочек	25.06	Бабочка / 15	310
Начало массового лёта	29.07		
Конец лёта	11.07		

Из наблюдений за 2005 г. видно, гусеницы появлялись 10 мая, массовое отрождение их из яиц происходило через 8 дней, сумма среднесуточных температур была 267°С. В целом на фазу гусеницы уходило 27 дней. Гусеницы окук-

ливались в свернутых листьях, первые куколки были зафиксированы 8 июня. На фазу куколки в среднем уходил 21 день. Между концом окукливания и началом появления первых бабочек уходило в среднем 12 дней. Период между появлением первых бабочек и началом массового лёта составил 3 дня. Лёт бабочек в природных условиях наступал 30 июня, заканчивался через 19 дней, при этом сумма среднесуточных температур составила 352°C. Лёт бабочек и их активность возрастала в сумеречное время суток (табл. 11).

В целом на фазу гусеницы уходило 27 дней. Гусеницы окукливались в свернутых листьях, первые куколки были зафиксированы 8 июня. На фазу куколки в среднем уходил 21 день.

Между концом окукливания и началом появления первых бабочек уходило в среднем 12 дней. Период между появлением первых бабочек и началом массового лёта составил 3 дня. Лёт бабочек в природных условиях наступал 30 июня, заканчивался через 19 дней, при этом сумма среднесуточных температур составила 352°C. Лёт бабочек и их активность возрастала в сумеречное время суток. Появление первых гусениц в 2006 г. – 7 мая, массовый выход гусениц из яиц наблюдали через 14 дней, фаза в целом длилась 18 дней. На фазу куколки уходило 29 дней, а первые куколки листовёртки появлялись 25 мая, завершалось окукливание через 14 дней после массового – 15 июня, при этом среднесуточная сумма температур накапливалась около 327°C. Первые бабочки появлялись 25 июня, массовый лёт начинался через 4 дня после появления первых бабочек, заканчивался 11 июля, в целом на фазу бабочки фитофага уходило 15 дней [346].

Здоровые куколки самки весили от 0,018 до 0,08 грамма, отмечал А.И. Воронцов [50], а исследования В.А. Ефремовой [115] показали, что вес куколки колебался в зависимости от соотношения полов. При половом индексе популяции 0,40 вес куколок самок – 0,027 г, при индексе 0,67 – 0,045 г.

Лёт бабочек и их активность возрастали в сумеречное время суток. Хотя, по данным других исследователей, бабочки хорошо летят на свет [141, 268, 129, 107, 108, 103]. Эти авторы также отмечают, что яйцекладки листовёртки стойко

переносят зимние морозы. Лишь при температуре -30°C – -35°C в январе-феврале происходит гибель подавляющего большинства гусениц в яйцах. Обычно выживаемость яйцекладок составляет 75 – 80%.

Изучение фенологических особенностей зелёной дубовой листовёртки позволяет сделать фенопрогноз: показать сроки развития отдельных фаз, которые в среднем за период исследований соответствовали определенной величине среднесуточной температуры воздуха, а от накопленных сумм положительных среднесуточных температур зависела продолжительность развития фитофага. Результаты наблюдений и фенопрогноз могут использоваться при назначении сроков проведения защитных мероприятий.

Фенология златогузки рассматривалась А.С. Данилевским [91]. Весь цикл развития златогузки начинается с фазы яйца и кончается взрослой фазой, достигшей половой зрелости, обозначается понятием поколение, или генерация. Свойственный насекомым высокий уровень обмена веществ обеспечивает им повышенную скорость роста и развития. Особенно это относится к более молодым, или эволюционно-прогрессивным, группам, нередко обладающим к тому же и особо малыми размерами тела. Златогузка зимует в стадии гусеницы II – III поколения в гнездах у 5 – 6 сплетенных листков и очень сильно прикрепленных на веточках.

Успешность зимовки зависит от развития жирового тела. Гусеницы младших возрастов гибнут при температуре ниже $+5^{\circ}\text{C}$. С наступлением тепла рано весной гусеницы златогузки выходят из гнезд и выгрызают набухающие почки, позже объедают листья, обнажая деревья. В конце мая – начале июня они окукливаются. Начало лёта и его длительность определяется погодными условиями года, но обычно лёт продолжается до поздней осени. Бабочки вылетают во второй половине июня, в июле и самки сразу же откладывают яйца. Лёт продолжается в сумерках и ночью очень активно. После отрождения гусениц в июле – августе скелетируют листья по периферии кроны и стягивают в плотные мотки на концах веток, образуя в них зимние гнезда [91].

Об особенностях распространения непарного шелкопряда в Средней и

Восточной Сибири писали А.С. Рожков [267], Е.В. Колтунов [162].

В работе С.Д. Будаева [31] отмечено, что в биологии и фенологии непарного шелкопряда в условиях Бурятии выявлены некоторые региональные особенности. К ним относится приуроченность его к лиственнице сибирской, которая служит основной кормовой породой. Только в годы вспышек размножения непарный шелкопряд заселяет берёзовые, ивовые, черемуховые, облепиховые и ильмовые насаждения. Вторая особенность – это способы и места откладки яиц и распространение в стадии гусеницы первого возраста. Если в европейской части и в Западной Сибири бабочки откладывают яйца в местах питания и развития гусениц в трещинах коры в нижней толстой части стволов деревьев, то в Забайкалье они для откладки яиц улетают на скальные вершины гор и в населенные пункты. При этом самки откладывают яйца в расщелинах скал или прямо на их поверхности, сверху покрывают выделениями желёз, смешанными с волосками из-под брюшка, а в населенных пунктах – на различных деревянных и каменных строениях. Гусеницы из яиц вылупляются в первой половине мая, что совпадает по времени с распусканием листьев и хвои. В этот период в Забайкалье обычны сильные ветра, и отродившиеся аэрофорные гусеницы уносятся восходящими потоками воздуха в соседние и долинные насаждения.

По данным С.Д. Будаева [31], гусеницы, дающие самцов, при своем развитии линяют четыре раза и проходят пять возрастов. Гусеницы, дающие самок, линяют пять раз и имеют шесть возрастов. Возрасты различают по ширине головы. В первом возрасте ширина головной капсулы составляет 0,6 мм, во втором – 1,2, в третьем – 2,2, в четвертом – 3,2, в пятом – 4,4, в шестом – 6,0 мм. Осеннее развитие яичек протекает при температуре 7°C и более и требует до 300°C суммы среднесуточных температур периода развития яичек. Например, если в этот период держится среднесуточная температура 15°C, то на осеннее развитие яичек до их впадения в диапаузу потребуется 37,5 дня. Весеннее доразвитие яиц начинается при температуре более 6°C. Для доразвития их требуется до 110°C суммы среднесуточных температур, превышающих 6°C, т.е.

при среднесуточных температурах 15°C развитие заканчивается в 12 дней. В природе вылупление гусеничек из яиц обычно совпадает с распусканием почек на ранней форме летнего дуба. На развитие гусениц, дающих самок, требуется сумма среднесуточных температур около 740°C, на развитие гусениц, дающих самцов – около 650°C, причем порогом питания и развития являются среднесуточные температуры, превышающие 6°C. Наиболее благоприятными оптимальными среднесуточными температурами являются 22 – 27,5°C, в среднем 25°C, при которой развитие гусениц, дающих самок, заканчивается в 39 дней, а самцов – в 34 дня. На развитие куколок, дающих самок, требуется сумма среднесуточных температур около 140°C, а дающих самцов – около 170°C при пороге развития 9°C. Так, при среднесуточной температуре 25°C развитие куколок самок заканчивается в 7,4 дня, а самцов – в 9 дней. К колебаниям относительной влажности непарник, в частности его гусеницы, устойчив. На полное развитие яиц (весной), гусениц и куколок требуется для самок сумма среднесуточных температур около 990°C, а для самцов – около 930°C, при пороге развития 7°C. Например, при среднесуточных температурах всего периода развития 20°C самки пройдут развитие в течение 76,2 дня, а самцы – 71,5 дня. В природе это развитие протекает в течение 60 – 80 дней. Каждая гусеница за свою жизнь съедает в 8 – 10 раз больше по весу листьев, чем весит развивающаяся из нее куколка. Так как вес отдельных куколок непарного шелкопряда (самцов и самок) колеблется от 0,07 до 3,5 г, то вес съедаемой гусеницами листвы может колебаться от 0,6 до 35 г, причем количество съедаемой листвы с возрастом резко увеличивается [31].

У златогузки зимуют гусеницы в третьем возрасте. В период развития гусеницы, дающие самцов и самок, линяют шесть раз и проходят семь возрастов. Возрастные различия устанавливаются по ширине головы. В первом возрасте ширина головной капсулы составляет 0,4 мм, во втором – 0,5, в третьем – 0,7, в четвертом – 0,9, в пятом – 1,3, в шестом – 1,9, в седьмом – 2,5 мм. Бабочки златогузки не способны к активным и дальним перелетам. Расселение идет при содействии ветра, которым могут переноситься и гусеницы первого возраста. Пи-

тание и развитие гусениц до зимовки протекает медленно, весной – интенсивно и зависит от температурных условий. При температурах 20 – 30°C развитие гусениц заканчивается за 44 – 30 дней, при температуре же 17°C затягивается до 78 дней. Колебания относительной влажности гусеницы переносят легко; оптимальная влажность лежит в пределах 40 – 75%. Более низкая влажность действует менее отрицательно, чем более высокая.

Зимующие в гнездах гусеницы морозоустойчивы, тем более, что и само по себе гнездо, состоящее из слоев сухих листьев, шелковинок и воздуха между ними, не теплопроводное, и внутри его температура всегда выше температуры наружного воздуха. Чем крупнее гнездо и чем больше в нем гусениц, тем в нем теплее, выше устойчивость гусениц и меньше отпад их за зиму. Весной, когда дневная температура достигает +12°C, гусеницы выходят на поверхность гнезда, греются на солнышке и приступают к питанию. Начавшие питаться гусенички теряют морозоустойчивость и при температуре –7°C гибнут.

Фенология зелёной дубовой листовёртки (по данным Центра защиты леса Саратовской области). Первый год развития: лёт бабочек – июнь (1 – 3), июль (1); яйца – июнь – март (1 – 3). Второй год развития: яйца – апрель (1 – 3), май (1); гусеницы – апрель (3), май (1 – 3), июнь (1, 2); куколки – май (3), июнь (1 – 3); лёт бабочек – июнь (1 – 3), июль (1). Примечание: в скобках указаны декады месяца.

Фенология непарного шелкопряда. Первый год развития: лёт бабочек – июль (2, 3), август (1); яйца – июль (2, 3), август – март (1 – 3). Второй год развития – яйца – апрель (1 – 3), май (1); гусеницы – апрель (3), май, июнь (1 – 3), июль (1); куколки – июнь (3), июль (1 – 3); лёт бабочек – июль (2, 3), август (1). Примечание: в скобках указаны декады месяца.

Фенология златогузки. Первый год развития: лёт бабочек – июнь (3), июль (1 – 3); яйца – июнь (3), июль (1 – 3), август (1); гусеницы – июль (2, 3), август – март (1 – 3). Второй год развития: гусеницы – апрель – июнь (1 – 3); куколки – июнь (1 – 3), июль (1); лёт бабочек – июнь (3), июль (1– 3). Примечание: в скобках указаны декады месяца.

Фенологические наблюдения за развитием насекомых, исследование трофических отношений их с дубом проводились рядом авторов [28, 80, 81, 335, 336].

К настоящему времени накоплен достаточно полный материал по биологии и фенологии рассматриваемой группы листогрызущих насекомых. Однако существует немало вопросов, на которые в имеющейся литературе ответы отсутствуют. Состав комплекса листогрызущих чешуекрылых насекомых на лиственных породах изучался на территории Оренбургской области в Бузулукском, Краснохолмском лесничествах.

3.4 Общие сведения о фенологии филлофагов хвойных пород

Звёздчатый пилильщик-ткач является одним из широко распространенных филлофагов сосновых древостоев в России. В ряде регионов европейской части страны (Волгоградская, Ростовская, Тверская, Владимирская и др. области), Зауралья (Челябинская и Курганская области), Западной и Восточной Сибири (Омская и Читинская области, Алтайский край) и Казахстана у звёздчатого пилильщика-ткача отмечали крупные вспышки массового размножения, которые приводили зачастую к формированию хронических очагов [67, 151, 337].

Во время вспышек массового размножения численность звёздчатого пилильщика-ткача может достигать очень высоких значений, что приводит к нанесению существенных повреждений крон. Способность впадать в длительную диапаузу, продолжающуюся иногда 7 лет, способствует формированию хронических очагов, в которых высокая численность особей ткача обеспечивает сильную дефолиацию крон в течение нескольких лет подряд.

Все это ослабляет древостои, в которых сформировались и действуют очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача, приводя их к гибели или сильному изреживанию.

Лёт взрослых особей сильно растянут, происходит обычно с мая по июнь. Самка откладывает яйца по периферии всей кроны на поверхности старых

хвоинок по одному, редко больше. Плодовитость самки до 50 яиц. Инкубация яиц продолжается 9 – 14 дней. Свежевылупившаяся личинка доползает до ближайшего майского побега и в пазухе хвоинок заплетает рыхлое паутинное гнездо, которое по мере роста уплотняет. Молодые личинки живут поодиночке в отдельном паутинном гнезде. При питании каждая заплетает новый самостоятельный чехлик в виде длинной паутинной трубки. Питаясь, они высовываются из нее, скусывают хвоинку, затаскивают ее в гнездо и съедают, оставляя лишь вершинку. Трубка, как правило, не загрязнена ни остатками хвои, ни экскрементами (кроме случаев, когда застревают комочки кала, падающие сверху). Однако к концу питания в паутинных гнездах все же скапливается иногда большое число экскрементов, что делает такие гнезда хорошо заметными. Питание каждой ложногусеницы продолжается в условиях Волгоградской области 17 – 26 суток, но из-за растянутости лёта имаго, личинки в кронах встречаются в течение 1 – 1,5 месяцев. В первой половине июля падают с дерева на лесную подстилку и закапываются в почву, устраивая в ней колыбельку, обычно на глубине от 8 до 16 см. В колыбельке тело ложногусеницы становится желтым, оранжево-желтым или травяно-зелёным [71, 73].

Звёздчатый пилильщик-ткач часто формирует очаги совместно с красно-головым пилильщиком-ткачом (*A. erythrocephala* L.), рыжим сосновым пилильщиком (*Neodiprion sertifer* L.) и обыкновенным (*Diprion pini* L.) сосновым пилильщиком [337, 74, 95].

Фенология звёздчатого пилильщика-ткача изучена недостаточно.

Проведение мероприятий по локализации и ликвидации очагов звёздчатого пилильщика-ткача сопряжено с определенными трудностями. Это связано с длительным периодом лёта взрослых особей и длительным периодом нанесения личинками повреждений кронам. Как сказано выше, ежегодно только часть популяции реактивируется, тогда как определённая ее часть может оставаться в состоянии диапаузы. Все это делает крайне важным получение максимально точных и полных сведений о численности и состоянии популяций звёздчатого пилильщика-ткача в каждом лесном участке, где отмечена повышенная его

численность.

Рыжий сосновый пилильщик относится к эврибионтным видам, первичные очаги массового размножения возникают в разнообразных лесорастительных условиях (в естественных насаждениях, в культурах, в насаждениях различного возраста, полноты, типов леса). Вторичные очаги, как правило, присутствуют в сосняках лишайниковых [141].

Лёт рыжего соснового пилильщика в хвойно-лиственной и таежной зонах происходит в конце августа и в сентябре, в мае из отложенных яиц появляются ложногусеницы. В лесостепной и степной зоне лёт наблюдается позже – с конца сентября – в октябре, а появление ложногусениц – с конца апреля. Перезимовывают эонимфы в рыжих паутинистых коконах, весной происходит окукливание, затем лёт имаго. При этом генерация филофага – однолетняя, если отсутствует диапауза на стадии эонимфы. При наблюдении частичной или полной диапаузы генерация превращается в 2, 3 и 4-летнюю [141].

Размножению рыжего соснового пилильщика способствует теплая и сухая майская и июньская погода. Влияние температуры и влажности воздуха на продолжительность и успешность развития не изучено [141].

Питающиеся ложногусеницы рыжего соснового пилильщика при влажной дождливой погоде погибают от вирусных и бактериальных заболеваний [332, 74, 68, 95].

Фенология рыжего соснового пилильщика (по данным Центра защиты леса Саратовской области). Первый год развития: лёт взрослых насекомых – август (3), сентябрь, октябрь (1 – 3); яйца – август (3), сентябрь – март (1 – 3). Второй год развития: яйца – апрель (1 – 3), май (1, 2); личинки – апрель (3), май, июнь (1 – 3), июль (1, 2); эонимфы – июнь (3), июль, август (1 – 3), сентябрь (1, 2); куколки – август (2, 3), сентябрь (1 – 3), октябрь (1); взрослые насекомые – август (3), сентябрь, октябрь (1 – 3). Примечание: в скобках указаны декады месяца.

В литературе мало сведений о фенологических особенностях рыжего соснового пилильщика и звёздчатого пилильщика-ткача, что делает вопрос об

изучении фенологических особенностей данных хвойных филофагов в условиях Южного Предуралья достаточно актуальным.

3.5 Влияние климатических и биотических факторов на радиальный прирост насаждений

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) является одним из наиболее растущих и долгоживущих деревьев на Южном Урале. Его радиальный прирост чувствителен к воздействию различных антропогенных, климатических и биотических факторов [79, 356].

В работах А.Л. Агафоновой [3] приводятся данные по динамике радиального прироста липы мелколистной. Связь прироста ствола по диаметру с температурой воздуха в целом является обратной. Фактор температуры имеет главенствующее значение (установлено, что количество осадков не имеет значимого влияния на радиальный прирост), тогда как антропогенное воздействие, скорее всего, имеет сопутствующий характер. Температура на протяжении текущего вегетационного периода незначительно влияет на радиальный прирост липы. В годы, отмеченные наибольшим количеством спадов прироста, максимальное влияние имели температурные показатели мая и апреля текущего года. Изучение динамики прироста деревьев по площади сечения ствола в различных экотопах имеет большое значение для выявления климатических трендов, влияния антропогенных факторов на развитие древесных насаждений, а также для разработки мероприятий по охране и рациональному использованию лесных экосистем.

С.Л. Соколовым [315] проведен анализ гидротермических условий, сопряженных с четырьмя последовательными вспышками массового размножения ЛОЭГ (летне-осенней экологической группы) на юге Свердловской области, который показал, что вспышки массового размножения ЛОЭГ сопряжены с несколькими засушливыми позднелетними периодами за 3 – 4 года до вспышки и холодным весенним и влажным позднелетним годом непосредственно перед

вспышкой. Автором впервые проведены исследования реакции берёзовых древостоев со сходными таксационными характеристиками на дефолиацию насекомыми-филлофагами ЛОЭГ в различных лесорастительных условиях, и установлено, что в лесостепной зоне усыхают деревья с меньшим радиальным приростом, толерантными оказались деревья с большим радиальным приростом. В лесной зоне усыхают деревья с большим радиальным приростом, толерантны – с меньшим. Динамика годовичного радиального прироста резистентных и толерантных деревьев более тесно связана с гидротермическими условиями (ГТУ) текущего года, нетолерантных – с ГТУ прошлого года.

Е.В. Колтуновым в ряде работ показано, что параметры энтоморезистентности древостоев не являются стабильными, а колеблются в широких пределах [163, 159, 362]. Это также затрудняет разработку точных методов их прогнозирования. Так, после воздействия фактора абиотического стресса (засухи) уровень энтоморезистентности резко снижается, что и обеспечивает популяциям насекомых-филлофагов с высоким биотическим потенциалом быстрый рост выживаемости и плотности популяции за счет способности к быстрой адаптации к изменению кормовой ценности субстрата (листьев). Авторами установлено, что ценопопуляция деревьев очень неоднородна по уровню реакции на фактор абиотического стресса. Древостои с максимальным уровнем реакции на стресс (по снижению радиального прироста в год наступления засухи) в наибольшей степени снижали уровень энтоморезистентности и, соответственно, подвергались сильной дефолиации [163, 159, 362]. Древостои со средним уровнем реакции дефолиировались меньше, а с минимальной реакцией уровень дефолиации был незначительным. Эта особенность выявлена авторами как у сосны обыкновенной, так и у берёзы повислой. Уровень реакции на фактор абиотического стресса в значительной степени детерминировался влажностью почв. Эта закономерность, несомненно, может быть использована для разработки метода прогнозирования ожидаемой энтоморезистентности древостоев в очагах массового размножения насекомых-филлофагов. В качестве возможной альтернативы Колтунов Е.В. оценил перспективы использования другого метода про-

гнозирования параметров энтоморезистентности – оценки высокочастотной составляющей радиального прироста и его амплитуды, ранее использованного В.Г. Суховольским, Н.В. Артемьевой [321] на сосне и лиственнице. Использование его для оценки уровня энтомотолерантности берёзы в очагах массового размножения насекомых-филлофагов летне-осенней экологической группы в условиях Свердловской области показало положительные результаты [315]. Кроме того, он был использован и для прогнозирования параметров энтоморезистентности дуба в очагах массового размножения непарного шелкопряда [329].

Также Е.В. Колтуновым [161] дендрохронологическими методами было установлено, что древостои значительно различаются по степени снижения радиального прироста в год засухи. Уровень снижения годового радиального прироста хорошо коррелирует со степенью дефолиации насекомыми-фитофагами крон деревьев. Наиболее значительное снижение радиального прироста инициирует наиболее низкую энтоморезистентность древостоев и наоборот. Предложена ранговая структура факторов популяционной динамики у насекомых с высоким биотическим потенциалом и механизмы популяционной динамики. Фактором первого ранга является абиотический стресс (весенне-летние засухи). Второй ранг представлен фитоценоотическим фактором, обусловленным стрессовой реакцией низкорезистентных древостоев, которая сопровождается значительным сдвигом физиолого-биохимических параметров кормового субстрата насекомых (листьев и хвои), повышающих его кормовую ценность. Фактор третьего ранга популяционно-генетический: наличие у вида насекомых-филлофагов генетически детерминированного высокого биотического (вспышечного) потенциала, который обеспечивает включение механизма быстрой адаптации к изменению параметров кормового субстрата.

С.Е. Кучеров [193] изучал повреждения листьев дуба непарным шелкопрядом на хребте Шайтан-тау во время его массового размножения в 2002, 2003 гг., что привело к уменьшению радиального прироста и усыханию значительной части деревьев дуба. Одногодичное сильное повреждение листьев шелко-

прядом привело к снижению радиального прироста в среднем в течение двух лет. Сильное повреждение в течение двух лет подряд вызвало уменьшение радиального прироста в среднем в течение трех лет.

С.Е. Кучеровым [188, 189, 190, 191, 192, 194] за последние 200 лет для территории Зилаирского плато (Южный Урал) на основе анализа прироста поздней древесины дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) была проведена реконструкция сильных повреждений листьев дуба непарным шелкопрядом (*Limantria dispar* L.). Показано, что во время массовых размножений непарного шелкопряда, как правило, в первый год массового размножения шелкопряда повреждались дубняки, расположенные в южной части плато. На второй и третий годы массового размножения сильные повреждения дуба смещались в северном направлении.

К настоящему времени выполнено лишь несколько дендрохронологических реконструкций массовых размножений хвое-листогрызущих насекомых по хвойным видам деревьев для территории США [380, 381, 382, 369, 358] и одна реконструкция массовых размножений непарного шелкопряда (*Limantria dispar* L.) для двух пунктов на территории Южного Урала [188, 189].

М.В. Скомаркова, Е.А. Ваганов, К. Вирт, А.В. Кирдянов [312] проводили дендроклиматические исследования годичных колец ели, пихты, сосны, берёзы и осины, произрастающих в подзоне средней тайги Центральной Сибири. Авторами установлены общие особенности изменчивости годичных колец у хвойных (ель и пихта) и лиственных (берёза и осина) видов, коэффициенты корреляции между хронологиями для которых составили 0,38 и 0,46 ($p < 0,001$) соответственно. Показано, что в данных условиях влияние климатических факторов объясняет не более 53,5% изменчивости величины радиального прироста. Для сосны это влияние менее выражено вследствие содержания наиболее смешанного по сравнению с другими видами данной территории климатического сигнала. Выявлена ведущая роль температурных условий июня для всех исследуемых видов. У осины и берёзы зависимость радиального прироста от величины осадков июня объясняется истощением влагозапасов в период наиболее актив-

ного роста.

Д.В. Тишин [327, 328] проводил построение древесно-кольцевых хронологий максимальной длительности. К основным биотическим и абиотическим факторам, определяющим величину радиального прироста деревьев, он относит метеорологические параметры в зависимости от условий местообитаний. Одним из главных лимитирующих факторов, определяющих величину радиального прироста деревьев Среднего Поволжья, является режим увлажнения первой половины сезона вегетации (май – июнь). Независимо от условий местообитаний деревья отрицательно реагируют на недостаточное увлажнение первых месяцев вегетации. Циклическая структура древесно-кольцевых хронологий отражает специфику лесорастительных условий произрастания деревьев, режима увлажнения Среднего Поволжья и динамику солнечной активности. Процессы взаимоотношения прироста и плодоношения у древесных растений взаимосвязаны и обусловлены влиянием климатических факторов.

Искусственно регулируемые гидрологические параметры Волги оказывают влияние на радиальный прирост тополя, ивы и дуба, обуславливая режим увлажнения экотопов. Если для тополя и ивы важно кратковременное увлажнение экотопов (повышение его во время половодий), то для дуба более важным является высокая степень увлажнения экотопа в течение всего года [177].

А.Д. Сорокин [316] отмечал, что существует синхронность радиального прироста ширины годичного кольца деревьев липы мелколистной гидротермическим режимом. Результаты вычисления ширины годичного кольца деревьев липы с параметрами осадков позволили установить, что наиболее значимую роль в приросте годовых колец осадки играют в мае и июне. Но в целом зависимость липы мелколистной от осадков на исследованной территории незначительна. Результаты корреляционного анализа между радиальным приростом годичного кольца деревьев липы и осадками позволили установить, что зависимость от осадков радиального прироста годичных колец существенно не различается. Корреляционный анализ радиального прироста годичного кольца с термическим режимом позволил установить, что зависимость липы мелколистной

от температуры на исследованной территории незначительна. Анализ усредненных данных радиального прироста ширины годичных колец с ГТК позволяет констатировать, что изученные древостои липы мелколистной наиболее чувствительны к ГТК в период с мая по июнь и в июне, по результатам анализа по усредненным данным радиального прироста ширины годичных колец с осадками. В остальных случаях значимого коэффициента корреляции не установлено. Это позволяет констатировать, что зависимость изученных древостоев липы мелколистной от осадков незначительна. По результатам анализа усредненных данных радиального прироста ширины годичных колец с данными по температуре установлена слабая зависимость за июль месяц по средней скользящей с периодом осреднения 5 лет. В результате анализа усредненных данных радиального прироста ширины годичных колец с ГТК установлена слабая зависимость за июль месяц по средней скользящей с периодом осреднения 5 лет. Это позволяет констатировать, что зависимость изученных древостоев липы мелколистной от ГТК незначительна.

А.М. Митряйкиной [228] были изучены максимально разнородные древесные спилы дуба черешчатого и сосны обыкновенной, индивидуальная и паратипическая изменчивость в динамике радиального прироста, особенности формирования годичных колец в условиях типичной лесостепи Среднерусской возвышенности. Выявлена соразмерность дендрологических ритмов с динамикой гелиофизических и климатических факторов: между солнечной активностью (в пределах 11-летнего цикла) и величиной радиального прироста деревьев существует прямая связь со сдвигом максимума прироста от максимума солнечной активности в 1 год. В динамике прироста древостоев в ЦЧР четко выражена 11-летняя цикличность. Достаточно часто обнаруживаются 2 – 3-, 4 – 6-, 22-, 80 – 90- и 180-летние циклы. Установлено, что два максимума в толщине годовых колец деревьев соответствуют двум максимумам истинной солнечной активности (в 11-летнем цикле); подтверждено наличие и влияние квазидвухлетних погодных осцилляций на формирование ширины годичного кольца в условиях ЦЧР; доказаны персистентность и наличие долговременной памяти

изученных временных рядов: среднегодовая температура воздуха, среднегодовое количество осадков, ряды значений ГТК и Q (по Волобуеву), ряды значений ежегодного радиального прироста древесных пород; все древесные породы сразу реагируют на экстремальные климатические условия формированием аномально узкого или широкого кольца и даже оказывают влияние на ширину следующего годичного кольца. Выявлено сильное влияние климатических условий предшествующего года на формирование годичного кольца настоящего (лаг 1 год); установлена цикличность минимальных радиальных приростов, равная 4 г., что соответствует повторяемости засух на территории Центрального Черноземья.

С.Н. Велисевичем, О.В. Хуторным [36] рассмотрено влияние температуры и осадков на формирование годичных колец ксилемы ствола кедр сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в экотопах с различной влажностью почвы. Показано, что эти два вида существенно различаются по реакции радиального роста ствола на температуру и осадки на протяжении вегетационного периода, что предположительно обусловлено особенностями сезонного цикла развития хвои. Формирование годичного слоя ксилемы у листопадной лиственницы зависит от благоприятного сочетания погодных условий на протяжении двух периодов – «роста» и «работы» хвои, причем в процессе роста молодой хвое необходима влажная и умеренно теплая погода, а ее работа более продуктивна при высокой температуре и умеренных осадках. У вечнозелёного кедра рост ксилемы на начальном этапе не ограничивается ростом молодой хвои, поскольку в значительной мере обеспечивается «работой» живой хвои предыдущих лет. Рост ксилемы деревьев заболоченных экотопов зависит от осадков в течение вегетационного сезона, а в заболоченных экотопах слабopоложительное влияние оказывает летняя температура.

Д.А. Демидко, С.А. Кривцом, Э.М. Бисировой [92] исследована связь между жизненным состоянием дерева и величиной радиального прироста у кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в припоселковом кедровнике. Показаны

четкие различия радиального прироста ствола у деревьев с разным состоянием кроны. Снижение радиального прироста у ослабленных и сильно ослабленных деревьев обусловлено более выраженной реакцией на дефолиацию кроны рыжим сосновым пилильщиком. Прочие факторы (гнилевые болезни, конкуренция, погода, возраст) в условиях исследованного насаждения влияния на жизненное состояние и радиальный прирост кедра сибирского не оказали.

Д.В. Тишин [327, 328] изучал динамику радиального прироста ели финской, произрастающей на юге ареала в Среднем Поволжье (Волжско-Камский заповедник). Им исследована возрастная структура популяции ели и проанализирована связь ширины годичных колец ели и сосны (в условиях их совместного произрастания) с динамикой климатических факторов.

С.М. Матвеев, В.В. Чеботарев [217] исследовали влияние метеофакторов на радиальный прирост сосны и число лесных пожаров. Построенные авторами математические модели позволяют использовать индексы прироста в качестве интегрального показателя метеоусловий для реконструкции и прогнозирования пожароопасных сезонов. В последние десятилетия широко исследуется влияние климата на древесную растительность. Дендроклиматологи разных стран изучают связи прироста деревьев с климатическими факторами, которые при условии их значимости и достоверности позволяют прогнозировать как климатические изменения, так и динамику роста и развития лесных сообществ. Такие исследования ведутся и в сосновых борах Центральной лесостепи Русской равнины [218, 219, 326, 323, 324, 178].

А.В. Тимофеев [326] в своей работе указывал, что режимы основных экологических факторов (солнечной активности, температуры, увлажненности) имеют циклический характер и вызывают синхронные колебания радиального прироста сосны обыкновенной. Значительное уменьшение радиального прироста сосны вызывают аномально высокие температуры воздуха в вегетационный период, которые являются основным фактором возникновения засухи. В повторяемости засух и минимальных значений радиального прироста сосны наблюдаются циклы: 11-, 22-, 33-, 44-летний и др. Важную роль в динамике прироста

сосны играют экотопические условия. В Жигулевском заповеднике засухи чаще всего влияют на рост сосны в сосняках с примесью лиственных пород (особенно липы) и зеленомошных сосняках на склонах северной экспозиции, чем в остепненных сосняках на вершинах и склонах гор южной экспозиции. В лесопарках и пригородных лесах Тольятти засухи оказывают большее влияние на рост сосны в разнотравных сосняках и сосняках с примесью лиственных пород, чем в сосняках с преобладанием ксерофитов в травяно-кустарничковом ярусе. Влияние техногенной нагрузки на прирост сосны ярко проявляется в лесопарках и пригородных лесах Тольятти при сравнении динамики прироста до и после пуска завода.

Ю.З. Михайлов [229] дал оценку влияния антропогенных и природно-климатических факторов на состояние лесных фитоценозов, разработал математическую модель влияния природно-климатических и антропогенных факторов на состояние и радиальный прирост хвойных древостоев.

И.Н. Павлов, А.А. Агеев, А.А. Марков [247] выявили по изменению ширины годичного кольца основные закономерности вторичного (неоднократного) прохождения вспышки массового размножения сибирского шелкопряда по старому очагу на различных элементах рельефа.

Изменчивость ширины годичного кольца у отдельных деревьев зависит от целого ряда причин как внутреннего (генетические особенности вида, возраст модельного дерева, время его появления и т.п.), так и внешнего происхождения (фитоценотические, эдафические, климатические, гелио-геофизические, болезни, вредители, пожары и др. факторы) [199]. Установлен ряд зависимостей между колебаниями климата и изменчивостью радиального прироста [27, 210, 211, 220, 232, 178]. Однако значение одного и того же климатического показателя и его влияние на годичный прирост проявляется по-разному не только в различных географических районах, но и в различных эдафических условиях.

Влияние климатических факторов проявляется по-особому на разных элементах рельефа [314], в разных типах леса [265]. Степень влияния климатических факторов проявляется в той степени, в какой они являются лимитирую-

щими. Так, в Урало-Сибирской субарктике основополагающим является температурный режим летних месяцев. Он значительно влияет на радиальный прирост деревьев хвойных видов и объясняет в среднем до 60 – 80% изменчивости прироста [32, 33]. Естественно, что немаловажное влияние на прирост оказывает и дефолиация хвои.

Как результат исследований Д.Е. Румянцева [272] получены хронологии по группам хвойных с потенциально разной реакцией на воздействие климатических факторов, выявлены основные метеопараметры, определяющие погодичную изменчивость радиального прироста.

А.Н. Николаев [240] изучал особенности радиального прироста лиственницы и сосны в условиях сплошного распространения многолетней мерзлоты и провел дендрохронологический анализ динамики развития природных процессов, влияющих на лесные экосистемы, на примере криолитозоны Центральной Якутии. На радиальный прирост деревьев существенное влияние оказывают особенности мест их произрастания (почвенно-мерзлотные и ландшафтно-географические условия), которые определяют характер воздействия внешних факторов. На основе корреляционного анализа древесно-кольцевых хронологий Центральной Якутии выделены для лиственницы 5 и для сосны 4 территориальные группы. При анализе статистических характеристик древесно-кольцевых хронологий лиственницы и сосны отмечены особенности отклика этих пород деревьев на воздействия внешних факторов. Деревья одной породы в разных районах Центральной Якутии при сходных условиях произрастания синхронно реагируют на изменения климатических факторов, но даже на близко расположенных участках динамика радиального прироста лиственницы и сосны может значительно отличаться друг от друга. Это обусловлено видовыми особенностями и различиями мест их произрастания. Однако высокие температуры воздуха в мае – июне, а также большое количество осадков в июне – июле и предыдущей осени положительно сказываются на радиальном приросте этих двух пород деревьев Центральной Якутии. В ходе корреляционного анализа радиального прироста лиственницы и сосны с изменениями климатических пара-

метров в течение 120 лет установлено, что повышения раннелетней температуры воздуха в последние десятилетия сдвигают начало роста годовых колец у лиственницы и сосны на более ранние сроки. Полученные данные свидетельствуют о том, что подобный сдвиг достигает 15 – 20 суток: у лиственницы с третьей декады мая он сдвинулся на первую декаду, а у сосны – с середины мая на третью декаду апреля. Анализ измерения ширины годовых колец сосны и лиственницы показал, что снежный покров, с одной стороны, используется растениями в виде дополнительной влаги после его схода в весенний период, а с другой – выполняя теплоизолирующую функцию, он определяет состояние деятельного слоя почвогрунтов. Время становления снежного покрова и его мощность в осенний период, а также сроки схода весной влияют на динамику гидротермического режима мерзлотных почв, что в свою очередь сказывается на радиальном приросте древесных пород. При этом при разных мерзлотно-ландшафтных типах местности и характере древостоя влияние снежного покрова на радиальный прирост деревьев отличается друг от друга.

О.Ю. Мельникова [221] отмечала, что сочетания экологических условий лесостепи Омской области приводят к периодическим повреждениям годовых колец вяза гладкого и клёна ясенелистного. Однотипная реакция этих деревьев на колебания гидротермического режима в период вегетации и зимовки позволяет использовать их в качестве индикаторов экстремальных экологических факторов.

В.Н. Магда, Е.А. Ваганов [209] проанализировали характер климатического отклика радиального прироста деревьев, произрастающих в среднегорном (1000 – 1700 м) поясе Алтае-Саянской горной страны. Радиальный прирост деревьев из этих условий был сопоставлен с приростом на верхней границе леса и в лесостепной зоне. Анализ экстремальных значений прироста и расчет скользящих коэффициентов корреляций показал, что климатический отклик прироста деревьев в горных лесостепных экотонах является смешанным и нестабильным во времени. Прирост деревьев определяется двумя основными климатическими факторами – количеством влаги и температурой воздуха. При этом тем-

пература может оказать как отрицательное, так и положительное влияние на прирост деревьев. Нестабильность климатического отклика состоит в том, что знак и доля вклада температуры воздуха в величину прироста изменяются во времени. Выявлено также, что причиной нестабильности климатического отклика прироста деревьев является динамика температуры воздуха, т.е. чередующиеся похолодания и потепления.

Е.А. Ваганов [33] в дальнейших работах привел результаты дендроклиматического исследования годовых колец кедровой сосны европейской (*Pinus cembra* Pall.) и ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) с участка проекта «CarboEurope» в Италии. Автором установлено, что в условиях горной части итальянских альп влияние климатических факторов на изменчивость традиционных в дендроклиматологии показателей структуры годовых колец невелико вследствие близких к оптимальным по термическому режиму и увлажнению условий.

И.П. Демитрова [93] отмечает, что внутри древостоя имеются деревья или группы деревьев, отличающиеся степенью восприятия климатических, гелиофизических и биологических факторов. Характеристики влажности воздуха чаще всего оказывают наибольшее влияние на радиальный прирост ели в изучаемых условиях произрастания. Приросты внутри ствола относительно сторон света асимметричны. Наиболее схожа динамика прироста между южной и восточной сторонами ствола. Радиальные приросты елей носят циклический характер. Наиболее характерны для всех модельных деревьев периоды в 2 – 3, 6 – 7, 10 – 12, 16 лет. Однако их весомость для каждого древесного растения различна. На фоне повышения активности солнца продуктивность ельников Среднего Поволжья в кисличниковом и папоротниковом типах леса увеличивается.

ГЛАВА 4 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследований были популяции и очаги массового размножения нескольких видов филофагов в лесах Оренбургской области. При этом за период с 1990 по 2000 гг. использованы архивные, литературные данные, данные станции защиты леса при Оренбургском управлении лесами, а начиная с 2000 по 2013 гг., собственные наблюдения и данные филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Оренбургской области».

Динамика численности филофагов изучалась общепринятыми в энтомологии методами выборочных обследований, сплошных пересчетов, модельных деревьев (веток) [141, 65, 59, 60] на всех фазах развития как на стволах деревьев, так и в кроне. Использовались также феромонные ловушки.

Численность популяций учитывалась на специальных пробных площадях и по маршрутным ходам, прокладываемым в насаждениях, где возникали очаги массового размножения исследуемых видов [225, 357].

Кроме учета численности, большое внимание уделялось изучению изменения площади очагов массового размножения по годам, пространственному перемещению и их характеристике.

Результаты исследований послужили основой для организации сети участков производственного лесопатологического мониторинга за филофагами в Оренбургской области.

Наличие вредителей в разных фазах развития и следов их жизнедеятельности выявлялось визуально (осмотром крон деревьев, отдельных ветвей, стволов, лесной подстилки). При обнаружении повреждения древесно-кустарниковых насаждений осуществлялись учёт численности филофагов с использованием метода анализа модельных деревьев, ветвей или площадок в подстилке.

Площадь очага массового размножения определялась как сумма площадей выделов, кварталов с наличием повреждений и находящихся в границах очагов.

Обследование очагов хвое- и листогрызущих филофагов проводилось осенью и весной.

При обследовании насаждений на заселённость насекомыми, зимующими или окукливающимися в лесной подстилке или почве (звёздчатый пилильщик-ткач), пробы закладывались размером 0,5 x 2 м под деревьями в области проекции крон с непосредственным примыканием 0,5 м стороны пробы к стволу, либо 0,5 x 0,5 м в пределах проекции кроны. Зимующие гусеницы, куколки, коконы учитывались, рассматривались при делении на здоровые, больные, зараженные паразитами; результаты учёта пересчитывали на 1 кв.м.

Учет вредителей, зимующих в стадии яиц, отложенных на стволах деревьев, проводился путем подсчета яйцекладок (непарный шелкопряд).

Яйцекладки непарного шелкопряда учитывали на пробе из 10 – 30 деревьев, подсчитывались одновременно кладки яиц на подстилке, подлеске, пнях, находящихся между этими деревьями. Затем определяли число яйцекладок, приходящихся на 1 дерево. Отобрав 10 средних по размерам кладок яиц со всей обследованной площади, подсчитывали среднее число яиц в одной кладке; затем определяли число яиц, приходящихся на одно дерево.

При обследовании очагов златогузки выбирали модельные деревья (10 шт.), на которых подсчитывали количество зимующих гнезд. Затем в 10 отобранных гнездах подсчитывали число гусениц – здоровых и погибших, после чего определяли число гусениц в гнезде и на всем дереве.

Количество зимующих на хвоинках яиц рыжего соснового пилильщика подсчитывали на ветках, взятых по одной из каждой мутовки модельного дерева. Среднее число яиц на одной ветке умножали на общее число ветвей на дереве.

При учете зимующих яйцекладок дубовой зелёной листовёртки срезали по одной ветви из верхней, средней и нижней части кроны. Среднее число кладок яиц на ветви умножали на общее их количество на дереве.

Количественные учеты в очагах хвое- и листогрызущих насекомых сопровождались обязательным анализом деятельности паразитических хищных

насекомых, других энтомофагов, болезней.

Особое значение при детальном надзоре придавали анализу погоды, оказывающей на вредителей леса как прямое, так и косвенное (через кормовые растения) влияние. Наиболее значимы экстремальные погодные условия и стихийные явления – засухи, периоды избыточного увлажнения, морозы, заморозки, ветровые нагрузки, повреждения снегом, ожеледью и т.п.

Определение видового состава вредителей проводилось по активной фазе – личинке, по куколкам, по имаго и по повреждениям [86, 87, 140, 213, 214].

Определение трутовых грибов проводили по плодovому телу и визуально по расположению и цвету гнили ствола [120, 226, 348]. Определение гнили ствола и корней сосны проводили визуально и микроскопически [120, 226, 348].

Основным методом сбора информации о состоянии древесной растительности являлось полевое обследование на пробных площадях, которые закладывались по стандартным методикам (ОСТ 56-69-85 «Пробные площади лесоустroительные»). Были заложены временные пробные площади в лесах Оренбургской области. Место и время работы были выбраны с тем условием, чтобы дать сравнительную оценку результатов исследований [225].

Измерялись следующие таксационные и биоиндикационные показатели: высота, диаметр, возраст деревьев, устанавливались класс дефолиации и балл категории состояния согласно «Санитарным правилам в лесах РФ». Категории санитарного состояния: I – без признаков ослабления; II – ослабленные; III – сильно ослабленные; IV – усыхающие; V – свежий сухостой; VI – старый сухостой.

Санитарное состояние лесов оценивалось по биологической устойчивости лесных насаждений с делением на три класса [230]:

I класс (биологически устойчивые), насаждения, в которых текущий отпад не превышает нормального для данных возраста и условий произрастания; поврежденность деревьев вредителями и болезнями незначительна или отсутствует; лесозащитные мероприятия, как правило, не требуются.

II класс (нарушенная устойчивость), насаждения, где размер усыхания, в том числе текущий отпад, значительно превышает нормальный для данных возраста и условий произрастания, средний диаметр деревьев отпада близок или выше среднего диаметра насаждения, обычно требуется назначение лесозащитных мероприятий.

III класс (утратившие устойчивость), расстроенные насаждения, в составе которых усохла или усыхает значительная часть деревьев основного полога, после выборки которых образуется редина; как правило, назначают сплошные санитарные рубки с последующим лесовосстановлением.

Анализ деревьев на прирост использовался для определения связи вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих вредителей с засухой, оценке потерь прироста от дефолиации деревьев. Этот метод применим и для других случаев, когда необходимо оценить влияние экстремальных воздействий природной среды или антропогенных факторов на устойчивость лесных насаждений [94].

Для определения радиального прироста были взяты образцы древесины с помощью возрастного бурава на высоте ствола 1,3 м по методике Д.В. Тишина [94].

Отбор временных пробных площадок для дендроэкологических исследований проводился с учетом наличия очагов массового размножения филлофагов. Выбор модельных деревьев на конкретных участках осуществляется по общепринятой методике [94]. Предпочтение отдавалось старовозрастным деревьям. Высверленные керны помещались в бумажные контейнеры, после чего с помощью инструмента Corim Maxi, предназначенного для анализа пробы, извлекаемой с помощью бурава из ствола дерева, проводились измерения, предварительная датировка и маркировка колец.

По полученным данным строились графики абсолютного радиального прироста для каждого радиуса, для точной датировки годичных колец при помощи метода перекрестной датировки [94].

Наиболее значимыми являются узкие кольца, которые формируются в неблагоприятные по климатическим условиям годы у большей части деревьев, произрастающих в одно время и в однородном по климатическим условиям районе. При наличии выпавших и ложных колец синхронность в изменчивости прироста между некоторыми сравниваемыми отрезками хронологий нарушается. Ложное кольцо или флуктуация плотности древесины отличается от истинного отсутствием границы между слоями поздней и ранней древесины. В особо неблагоприятные для жизнедеятельности деревьев годы происходит значительное снижение деятельности камбия в основании стволов. В таких случаях говорят об отсутствии кольца в определенном месте ствола – это «выпавшее кольцо». Особенно это выражено у деревьев, растущих в экстремальных местообитаниях.

Таким образом, наши исследования проводились по данной методике с проведением процедур перекрестного датирования, определения ложных и пропущенных колец, удалением тренда (приложения 16, 17, 18).

По поводу методов оценки связи ширины годичных колец с характеристиками погоды хочется отметить, что в экстремальных условиях произрастания древесных пород на территории Южного Предуралья практически невозможно найти здоровые в санитарном отношении деревья сосны обыкновенной и дуба черешчатого старше 55 и 45 лет, соответственно. Поэтому и сопоставление возможно только на данном временном отрезке. А более продолжительные ряды ширины годичных колец невозможны из-за деструкции древесины.

Исследования радиального прироста проводились на ВПП, заложенных на территории очагов массового размножения непарного шелкопряда (Абдулинское лесничество) и сосновых пилильщиков (Соль-Илецкое лесничество).

На пробных площадях, заложенных в сосновых или дубовых насаждениях (приложение 14, 15), проведен сплошной пересчет деревьев по 4 см ступеням толщины. У всех деревьев был измерен диаметр ствола на высоте ствола 1,3 м. Жизненное состояние деревьев определяли с использованием шкалы, предложенной В.А. Алексеевым [4]: здоровое дерево – снижение густоты кроны не-

значительно, менее 10%; ослабленное – густота кроны снижена на 30% по сравнению со здоровой; сильно ослабленное – на 60%; отмирающее – более чем на 80%; мертвое (сухостой) – прозрачность кроны 100%. Отбор кернов для определения возраста и измерения радиального прироста производили с тех деревьев, которые были отнесены к одной из трех первых категорий жизненного состояния. С каждого из них было взято два керна с противоположных сторон ствола у основания ствола для одновременной оценки наличия гнили. Для более точного определения возраста вводилась поправка на высоту взятия керна. Всего проанализировано 270 кернов.

Для установления оптимального размера учетных площадок были использованы формулы расчета внутрипробной, межпробной и общей дисперсии.

На временных пробных площадях проводились следующие работы:

- проведение лесопатологических обследований насаждений для выявления очагов массового размножения филлофагов, их встречаемости и вредности;
- изучение экологических особенностей основных филлофагов с установлением сроков развития всех фаз онтогенеза в зависимости от метеоусловий;
- изучение радиального прироста древостоев в очагах массового размножения в зависимости от воздействия различных экологических факторов;
- изучение возникновения вспышек массового размножения филлофагов в лесостепной и степной зонах Южного Предуралья.

Детальный надзор за филлофагами осуществлялся рекогносцировочно маршрутным методом. С этой целью подбирались различные как по породному составу, так и по экологическим условиям насаждения, но в первую очередь те, в которых отмечались филлофаги в прошлые годы. Так, таксационная характеристика участков проведения надзора за рыжим сосновым пилильщиком, звёздчатым пилильщиком-ткачом представлена в приложении 14, 15.

В подобранных насаждениях для ведения детального надзора намечались постоянные маршрутные ходы, закладывались 1 – 2 постоянных маршрутных хода, протяженностью 15 – 20 км каждый. Постоянный маршрутный ход про-

ходил так, чтобы охватить наиболее типичные местообитания различных филлофагов и преобладающие древесные породы комплекса. Ориентирами постоянного маршрутного хода служили дороги, квартальные просеки, разрывы.

Через каждые 250 – 300 м маршрутного хода намечались учетные пункты. Учетные пункты закладывались в резервациях филлофагов в соответствии с характеристикой насаждений первичных очагов массового размножения, в которых проводился надзор за размножением филлофагов, и располагались на расстоянии 100 м от дорог, квартальных просек, разрывов, служащих ориентирами маршрутного хода.

Для рекогносцировочного надзора за каждым видом филлофагов в лесохозе или лесничестве подбирались не менее трех участков. Участки, состоящие из 1 – 3 выделов однородных насаждений, типичных для возникновения очагов массового размножения филлофагов, выбирались площадью не менее 10 га.

Расположение учетных единиц по площади единицы обследования осуществлялось случайно и систематически.

Степень повреждения крон деревьев филлофагами (дефолиация) определялась глазомерно в процентах, по породам и в среднем для всего зараженного участка, с указанием вида и возраста личинок или иной фазы развития насекомого. Слабой является дефолиация до 25%, средней – 26 – 50, сильной – 51 – 75, сплошной – более 75%. Описание оптимизированных способов учета хвое- и листогрызущих насекомых содержится в «Методах мониторинга вредителей и болезней леса» [225].

Изучение вопросов, связанных с особенностями возникновения и распространения вспышек массового размножения филлофагов, проводилось в их очагах в лесостепной и степной природно-климатических зонах Оренбургской области. При этом использовались производственные данные, изучалась связь между абиотическими факторами среды в моменты возникновения вспышек и факторы, способствующие росту численности насекомых (множественная регрессия и корреляция).

Метеоданные включали в себя среднемесячную температуру воздуха,

среднемесячное количество осадков и их отклонения от многолетней средней нормы, гидротермический коэффициент Селянинова. Анализировалось влияние погодных условий в период развития гусениц и лета бабочек (апрель – июль, октябрь), а также влияние низких температур – в январе – феврале на выживаемость зимующих фаз насекомых (использованы данные Оренбургского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС»).

Кроме того, был произведен ретроспективный анализ образования очагов массового размножения филлофагов более чем за 20-летний период, с целью установления продолжительности градационного цикла и отдельных его фаз.

Изучение особенностей биологии и фенологии производилось в течение 7 лет (2001 – 2008 гг.) с использованием методик [77, 96, 56, 97, 95] .

При этом на заложенных ВПП во время лёта имаго филлофагов использовались феромонные ловушки на отлов зелёной дубовой листовёртки (самцов) (треугольная клеевая открытого типа, предоставленная Самарским лесхозом), непарного шелкопряда (треугольная клеевая полузакрытого типа, предоставлена Станцией защиты леса управления лесами по Оренбургской области), рыжего соснового пилильщика (треугольная клеевая открытого типа, предоставлена Центром защиты леса по Оренбургской области). Все эти феромонные средства производятся ФГУП «ВНИИ химических средств защиты растений» (г. Москва).

В каждом пункте учета вывешивалось по 3 ловушки, а всего на лесничество – 10–15. Осмотр ловушек и учет отловленных насекомых проводили не реже чем через каждые 3–5 дней, увеличивая этот срок до 10 дней при слабом отлове насекомых.

Ловушки нумеровали, обозначая вид вредителя, и прикрепляли к ветвям деревьев или кустарников на высоте около 1,5 м и на расстоянии 20 – 30 м друг от друга в относительно разреженных и продуваемых ветром местах, частично маскируя их ветвями.

Фенология рыжего соснового пилильщика исследовалась на территории Сорочинского лесничества, Сорочинского участкового лесничества, квартал 48,

выдел 15; квартал 54, выделы 14, 16.

Фенология звёздчатого пилильщика-ткача исследовалась на территории Соль-Илецкого лесничества, Чубарь-Агачского участкового лесничества, квартал 48, выдел 1; квартал 49, выделы 2, 5.

Фенология непарного шелкопряда исследовалась на территории Краснохолмского лесничества, Городищенского участкового лесничества, квартал 124, выдел 13; квартал 125, выдел 2; квартал 167, выдел 28.

Фенология златогузки исследовалась на территории Краснохолмского лесничества, Краснохолмского участкового лесничества, квартал 87, выдел 2; квартал 89, выдел 11, 24.

Фенология зелёной дубовой листовёртки исследовалась на территории Бузулукского лесничества, Бузулукского участкового лесничества, квартал 143, выдел 22; квартал 125, выдел 17; квартал 79, выдел 19.

В каждом пункте учета вывешивалось по 2 – 3 ловушки (6 – 9 на лесничество). Осмотр ловушек и учет отловленных насекомых проводили не реже, чем через каждые 3 – 5 дней, увеличивая этот срок до 10 дней при слабом отлове насекомых (в период начала и конца лета).

По окончании учета насекомых его результаты по каждой ловушке суммировались, затем рассчитывалось среднее количество бабочек, отловленных одной ловушкой по каждому пункту учета.

Изучение экологических особенностей проводилось на постоянных маршрутных ходах, расположенных в очагах массового размножения филофагов. Точки учета располагались равномерно по маршрутному ходу. Маршрутные ходы закладывали:

– для непарного шелкопряда в Краснохолмском лесничестве, Городищенском участковом лесничестве – квартал 131, выдел 10; квартал 169, выдел 11; квартал 60, выдел 12;

– для златогузки в Краснохолмском лесничестве, Краснохолмском участковом лесничестве – квартал 89, выдел 17; квартал 95, выдел 18; квартал 96, выдел 4;

– для зелёной дубовой листовёртки в Бузулукском лесничестве, Бузулукском участковом лесничестве – квартал 126, выдел 5; квартал 82, выдел 13; квартал 80, выдел 8;

– для рыжего соснового пилильщика в Сорочинском лесничестве, Сорочинском участковом лесничестве – квартал 56, выдел 13; квартал 58, выдел 5; квартал 82, выдел 6;

– для звёздчатого пилильщика-ткача в Соль-Илецком лесничестве, Чубарь-Агачском участковом лесничестве – квартал 2, выдел 33; квартал 49, выдел 1, 4.

Данные полевых наблюдений дополнялись лабораторным выращиванием насекомых (из яиц – гусеницы непарного шелкопряда и златогузки, из куколок – имаго непарного шелкопряда; из хвоинок-яиц – ложногусеницы рыжего соснового пилильщика; из куколок – имаго златогузки). При этом бралось фиксированное число изучаемой фазы онтогенеза (по 1000 яиц непарного шелкопряда и зелёной дубовой листовёртки из 50 кладок каждого вида, при люминесцентном анализе – 300 яиц из 15 кладок непарного шелкопряда; с 12 модельных деревьев по 100 куколок непарного шелкопряда и златогузки, 100 хвоинок с яйце-кладкой рыжего соснового пилильщика с 25 модельных деревьев), и в периоды наблюдений определялся процент перехода филофагов в следующую фазу развития. Переход до 10% особей отмечался как начало появления следующей фазы онтогенеза, переход до 50% особей – массовое появление фазы, переход до 80% особей – завершение периода развития изучаемой фазы.

При этом фиксировалось прохождение следующих возрастных интервалов: отрождение гусениц, уход гусениц на окукливание, окукливание, лет бабочек, откладка яиц. Фенопрогноз появления отдельных фаз строился по методике отклонения сроков наступления фаз от ранней даты за весь период наблюдений. После этого находился средний срок отклонения, полученный результат прибавлялся к ранней дате появления фазы [114].

Проводился анализ состояния ослабленности деревьев. Состояние деревьев определялось по стандартной шкале [225].

Эффективность применения препаратов определялась на основе данных учета смертности филлофагов и сохранности листвы (хвои) на деревьях в обрабатываемом насаждении. Для определения смертности филлофагов в результате проведенной борьбы заранее в насаждении подбирали места и закладывали учетные пункты. Учетные работы прекращались при отсутствии погибших насекомых на учетных пунктах. После окончания учета погибших личинок на площадках переходили к учету живых личинок, оставшихся в кронах деревьев. Для этого, начиная с нижних ветвей, производили с помощью ножовки срезание и спуск ветвей из кроны учетного дерева на площадку. Срезанные ветви и площадку осматривали и подсчитывали живых личинок. Если на ветвях встречались мертвые личинки, их число прибавляли к сумме учтенных ранее на площадках. В тех случаях, когда срезание и спуск ветвей из кроны дерева было затруднено, деревья спиливали целиком и валили на энтомологический полог или специально расчищенную площадку. На учетных пунктах, заложенных в низкорослых молодняках, живых личинок учитывали непосредственно в кронах, без рубки деревьев. Ежедневный учет проводился всегда на одной и той же части площадки. Для подсчета живых личинок срезалась соответствующая часть кроны, находящаяся над местом учета погибших личинок.

Техническая эффективность борьбы определялась в процентах по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{M}{M + Ж} 100\%, \text{ где}$$

\mathcal{E} – техническая эффективность борьбы, или процент гибели филлофагов;

M – количество мертвых (погибших) личинок (шт.);

$Ж$ – количество живых личинок, оставшихся после обработки (шт.) [225].

Эффективность химических препаратов против чешуекрылых и перепончатокрылых рассмотрена у препаратов Фьюри, Э (100 г/л), действующее вещество – зета-циперметрин; его аналога Таран, ВЭ (100 г/л), Децис Экстра, КЭ (125 г/л), действующее вещество – дельтаметрин; биологических – против непарного шелкопряда у препарата Вирин – ЭНШ, Ж (титр 1 млрд полиэдров/мл), против других чешуекрылых – препарата Лепидоцид, СК (БА-2000 ЕА/мг).

Обработка препаратами проводилась методом ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) с использованием аэрозольного генератора «ГАРД-МН-1». Препарат Фьюри, Э (100 г/л) был применен на площади 50 га, его аналог Таран, ВЭ (100 г/л) – на площади 1167 га, Децис Экстра, КЭ (125 г/л) – на площади 2498 га, Вирин – ЭНШ, Ж (титр 1 млрд полиэдров/мл) – на площади 310 га и Лепидоцид, СК (БА-2000 ЕА/мг) – на площади 228 га.

Норма расхода препарата Фьюри, Э (100 г/л) и его аналога Таран, ВЭ (100 г/л) – 0,1 л/га, Децис Экстра, КЭ (125 г/л) – 0,008 л/га, Вирин – ЭНШ, Ж (титр 1 млрд полиэдров/мл) – 0,1 л/га, Лепидоцид, СК (БА-2000 ЕА/мг) – 3 л/га.

Относительная влажность воздуха в полевых условиях определялась психрометром Августа по стандартной методике.

Под вредоносностью понимается степень отрицательного воздействия филлофагов на состояние древостоев, которая определяется по эколого-хозяйственной оценке последствий повреждения деревьев. При этом учитываются потери прироста, усыхание насаждений, ущерб побочному пользованию и полезной фауне, социальные потери в результате проведения борьбы, стоимость проведения борьбы и потери товарной древесины. Вредоносность для каждого филлофага рассчитывается в зависимости от типа леса, возраста деревьев, количества насекомых на одно дерево или единицу площади при угрозе 100% объедания хвои или листвы [225, 141]. Очаги массового размножения филлофагов – это участки леса (лесных земель), которые характеризуются повышенной численностью или концентрацией патогенных организмов, угрожающих нанесением ущерба целевым функциям леса и требующих проведения лесопатологического надзора и (или) лесозащитных мероприятий. К очагам хвое- и листогрызущих филлофагов относились насаждения с дефолиацией 15-100% [225].

Полученный в результате исследований материал обработан статистическими методами корреляционного и регрессионного анализов [35, 276, 97, 317, 46].

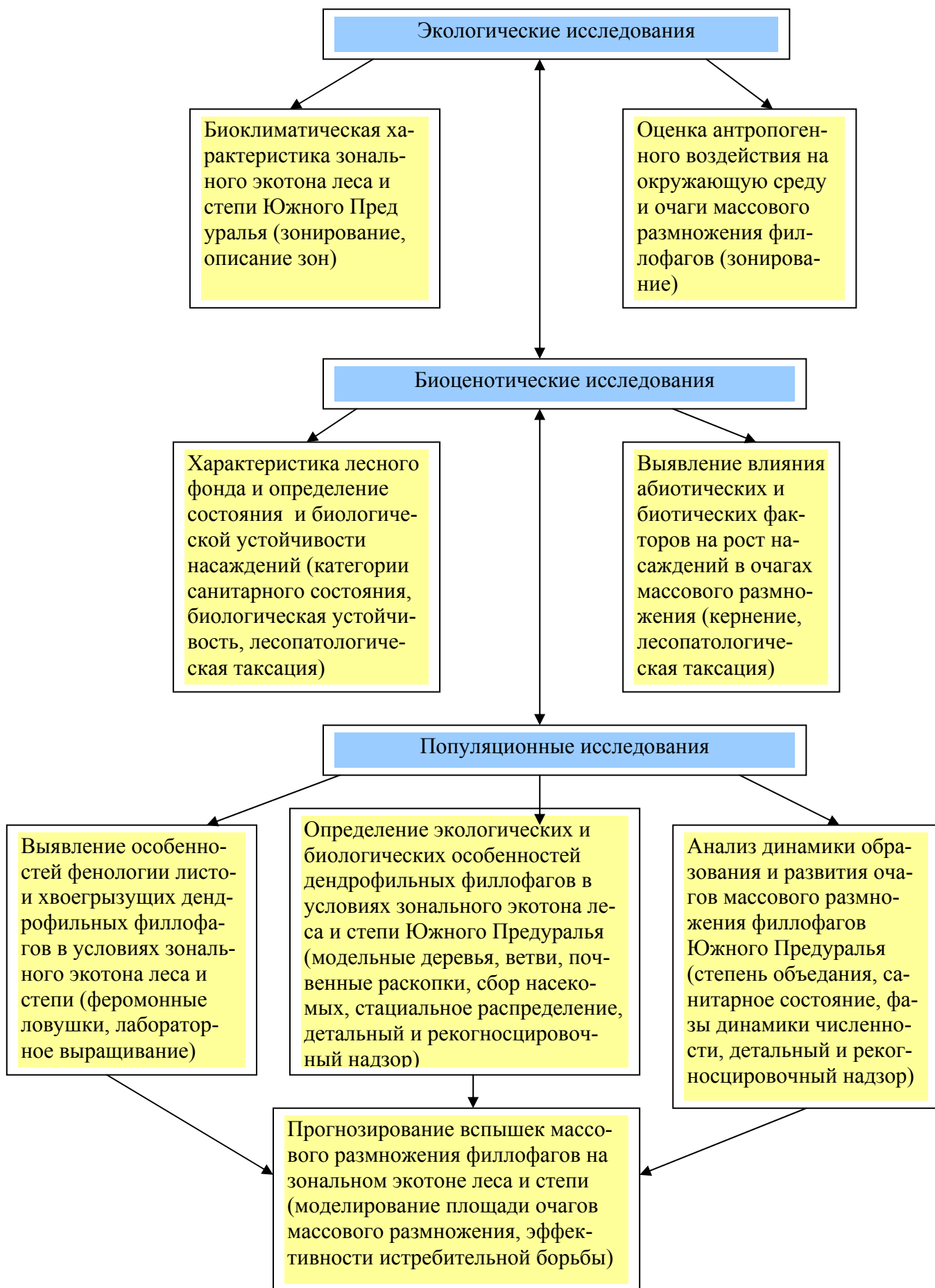


Рисунок 19 – Этапы комплексных исследований

ГЛАВА 5 ДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОЧАГОВ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ФИЛЛОФАГОВ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

5.1 Вспышки массового размножения листогрызущих филлофагов

По мнению ряда исследователей [37, 38, 40, 55, 59, 61, 77, 147, 374], успешная борьба с филлофагами, регулирование экосистем и построение зональных систем лесозащитных мероприятий возможны только при условии хорошего знания причин колебания численности вредных насекомых и образования вспышек их массового размножения. Другие авторы [144, 281, 186, 187, 320, 162] также считают, что основным условием успешного осуществления надзора за массовыми хвое- и листогрызущими насекомыми и прогноза их массового появления является изучение закономерностей развития этих вспышек. При этом очень важно знать, в каких условиях вспышки массового размножения филлофагов имеют свою продолжительность во времени.

На территории Оренбургской области наибольшая доля из всех произрастающих лиственных приходится на дуб (26%), тополь (15%), липу (14%), осину (13%) и берёзу (13%) (рис. 24). По результатам исследований установлено, что в дубравах лесостепи и степи чаще всего образуются очаги массового размножения с преобладанием зелёной дубовой листовёртки (*Tortrix viridana* L.), непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), златогузки (*Euproctis chrysorrhoea* L.).

В Оренбургской области очередная волна вспышек массового размножения этих филлофагов была зарегистрирована в период исследований с 1990 по 1998 гг. (рис. 20, 21, 22) [285, 286, 287, 290, 291, 292, 293, 299, 303, 311].

Кроме дубрав, перечисленные виды насекомых также встречались в насаждениях, состоящих из тополя черного, осины, берёзы (непарный шелкопряд), клёна ясенелистного, липы, вяза и других ильмовых (непарный шелкопряд, златогузка). Чаще всего вспышки массового размножения носили очаговый характер, распространяясь на больших площадях. Так, очаги массового

размножения непарного шелкопряда в период вспышек обнаружены во всех лесничествах Оренбургской области, кроме Домбаровского, где произрастают вяз и другие ильмовые (43%), клён ясенелистный (33%), тополь черный (20%).

Очаги массового размножения златогузки обнаружены в 9 лесничествах, в состав пород которых обязательно входит дуб черешчатый, тополь черный, осина, берёза бородавчатая, реже ясень зелёный, вяз и другие ильмовые, клён ясенелистный.

Очаги массового размножения зелёной дубовой листовёртки встречаются на территории 10 лесничеств, в состав пород которых всегда входит дуб черешчатый, а также присутствуют тополь черный или осина, реже берёза бородавчатая, вяз и другие ильмовые, клён ясенелистный.

Наличие очагов массового размножения зелёной дубовой листовёртки в лесничествах, где в породном составе присутствует дуб, подтверждается литературными данными [372, 373, 15, 134, 29], где авторы указывают на то, что зелёная дубовая листовёртка повреждает дуб черешчатый и редко другие виды дуба.

Гусеницы зелёной дубовой листовёртки питаются не только дубовыми листьями, хотя их относят к монофагам. Резкий подъем численности нередко наблюдается у популяций, оказавшихся в новом местообитании [39].

За период исследований вспышки массового размножения непарного шелкопряда можно отметить в течение трех периодов: в 1996 – 97, 2003 – 04 гг. и с 2012 г., площадь которых с каждым разом становилась все больше. Максимальную площадь очага массового размножения при этом можно отметить на территории Бузулукского (8430 га), Бугурусланского (5500 га), Абдулинского (5000 га), Пономаревского (4667 га), Северного (3900 га), Оренбургского (11397 га), Новотроицкого (9671 га), Тюльганского (9764 га), Кувандыкского (6342 га), Саракташского (3019 га) лесничеств.

Причиной возникновения вспышки массового размножения сначала на западе, затем на востоке области следует считать более благоприятные климатические условия для размножения филлофага, а также ослабленное состояние

дубовых насаждений. Дубовые древостои Южного Предуралья представлены в основном порослевым происхождением, что отрицательно сказывается на санитарном состоянии деревьев. Так, по результатам исследований, дуб черешчатый на территории Оренбургской области заражен ложным дубовым трутовиком и настоящим трутовиком, вызывающим гнилевые заболевания древесины ствола, что также способствует ослаблению деревьев (приложение 20, 21, 22).

Территория восточной части Оренбургской области в большей степени страдает от весенних низовых пожаров, также оказывающих лимитирующее действие на жизнеспособность филофагов, что подтверждается данными М.И. Хамидуллиной [338] (приложение 19).

Вспышки массового размножения златогузки отмечены в 1990 – 91 гг. на территории Краснохолмского (600 га), Сорочинского (300 га), Ташлинского (225 га), Новосергиевского (170 га) и других лесничеств, которые в ряде лесничеств предшествовали массовому размножению непарного шелкопряда, дополнительно ослабляя насаждения.

Также отмечены две вспышки массового размножения зелёной дубовой листовёртки в 1990 – 91 и 1993 – 94 гг. на территории Бугурусланского (1000 га), Тюльганского (600 га), Сакмарского (140 га), Бузулукского (1080 га), Сорочинского (830 га), Ташлинского (480 га), Первомайского (450 га), Новосергиевского (250 га) и других лесничеств, которые в ряде лесничеств также предшествовали массовому размножению непарного шелкопряда [303]. В дальнейшем численность зелёной дубовой листовёртки и златогузки в насаждениях Оренбургской области повышалась незначительно (рис. 21, 22).

Причиной снижения численности златогузки являются естественные факторы, в первую очередь, неблагоприятные климатические условия, а также жесткая конкуренция с непарным шелкопрядом, как с более эврибионтным, лабильно-адаптивным видом.

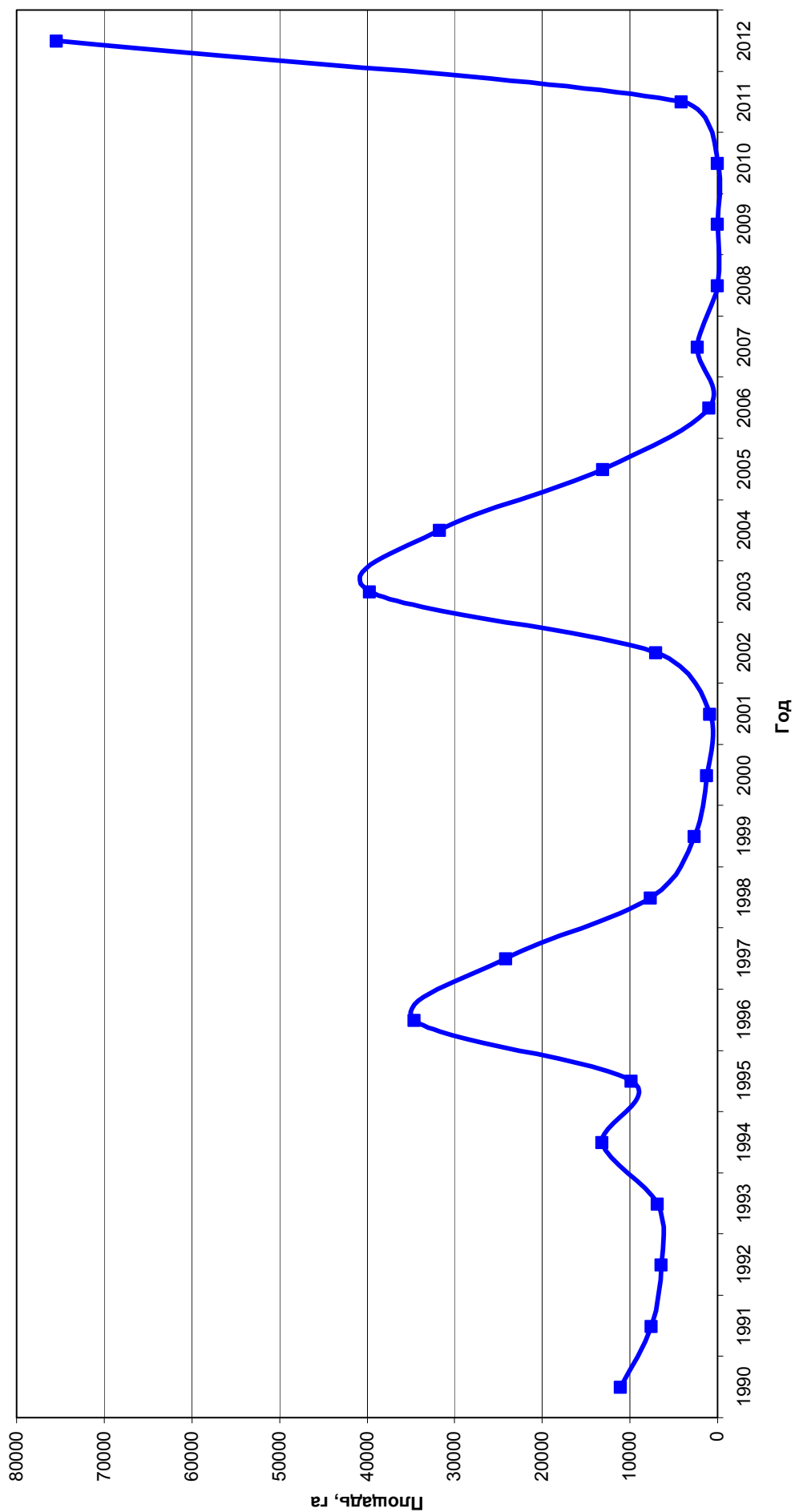


Рисунок 20 – Динамика очагов массового размножения непарного шелкопряда в насаждениях Оренбургской области (га)

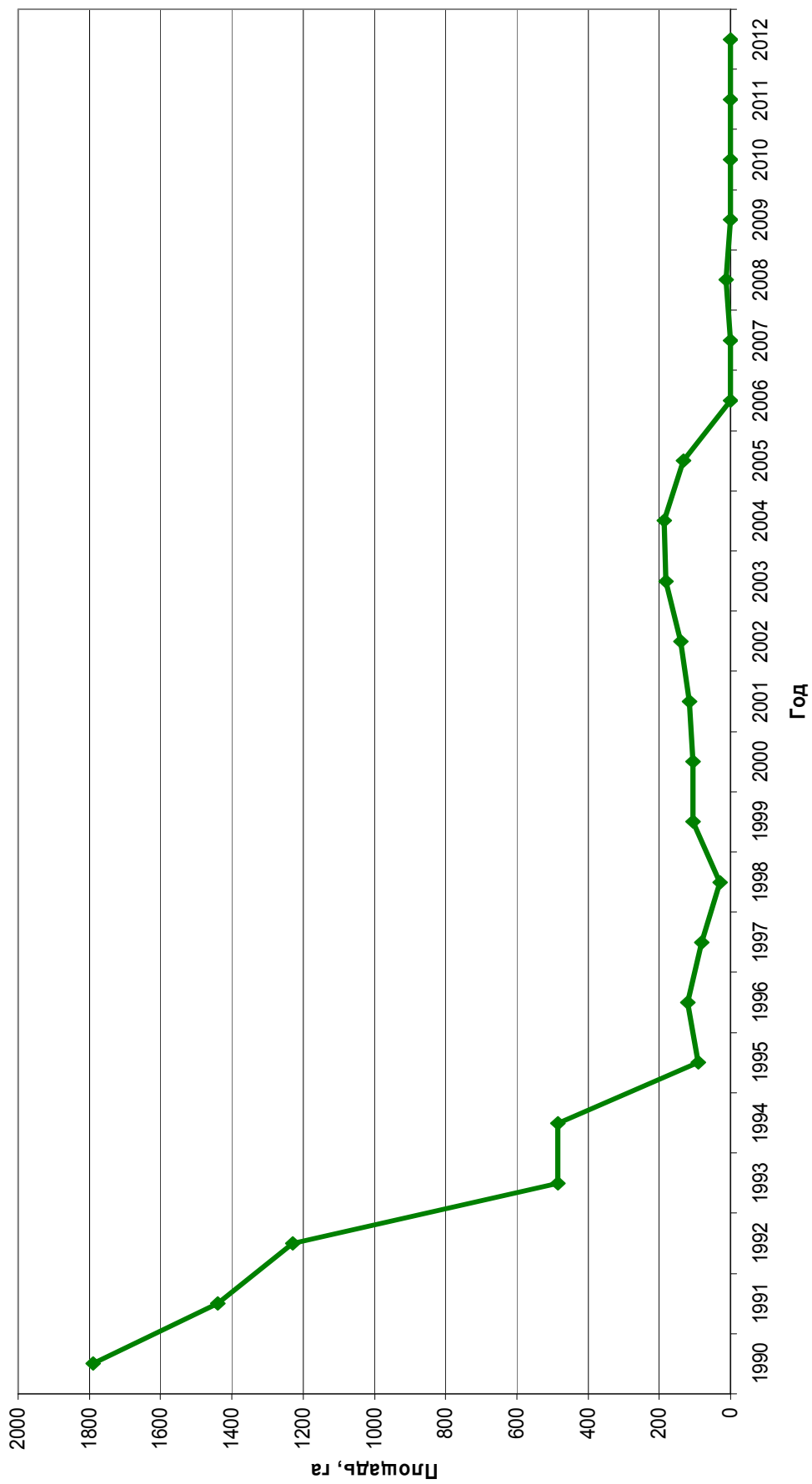


Рисунок 21 – Динамика очагов массового размножения златогузки в насаждениях Оренбургской области (га)

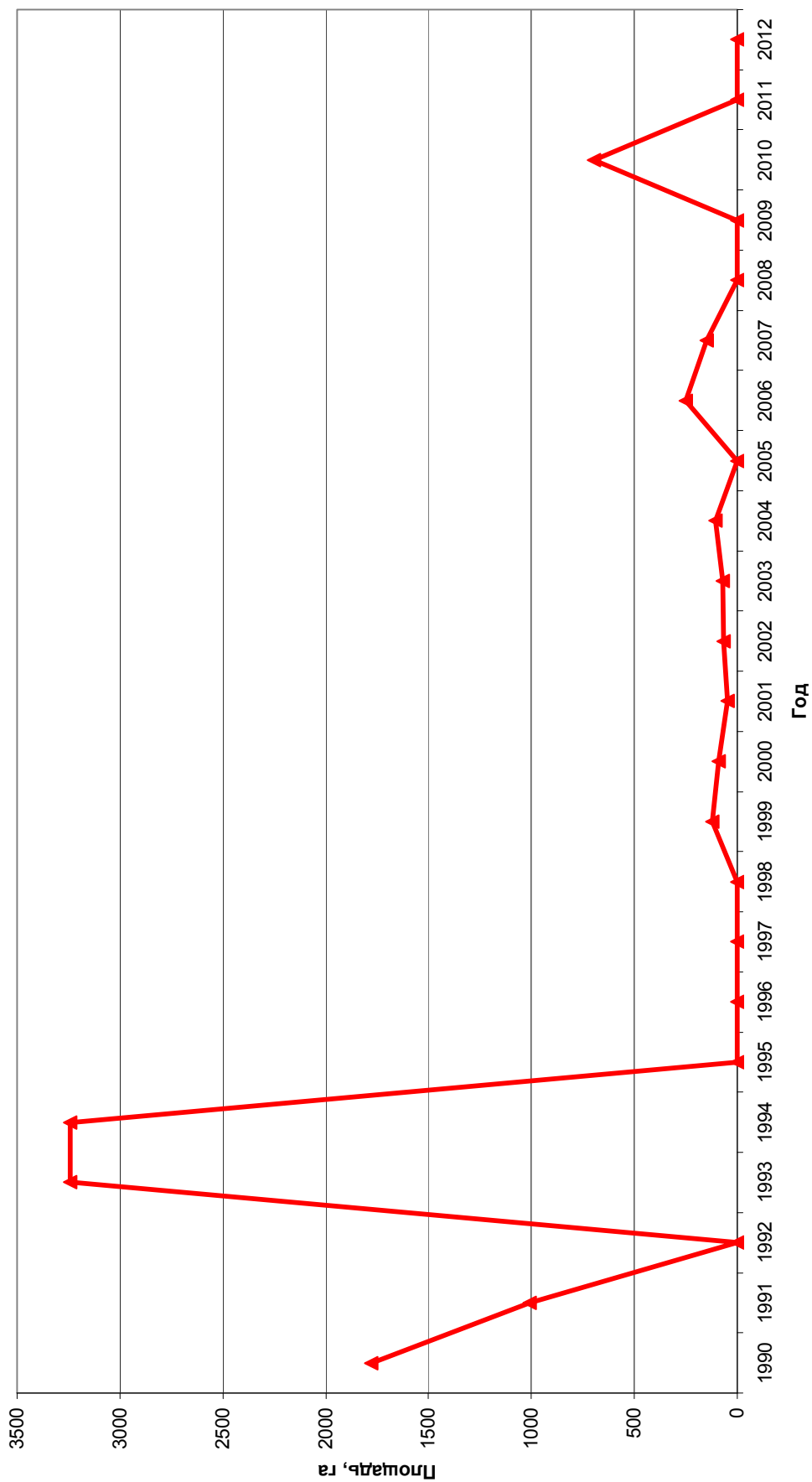


Рисунок 22 – Динамика очагов массового размножения зелёной дубовой листовёртки в насаждениях Оренбургской области (га)

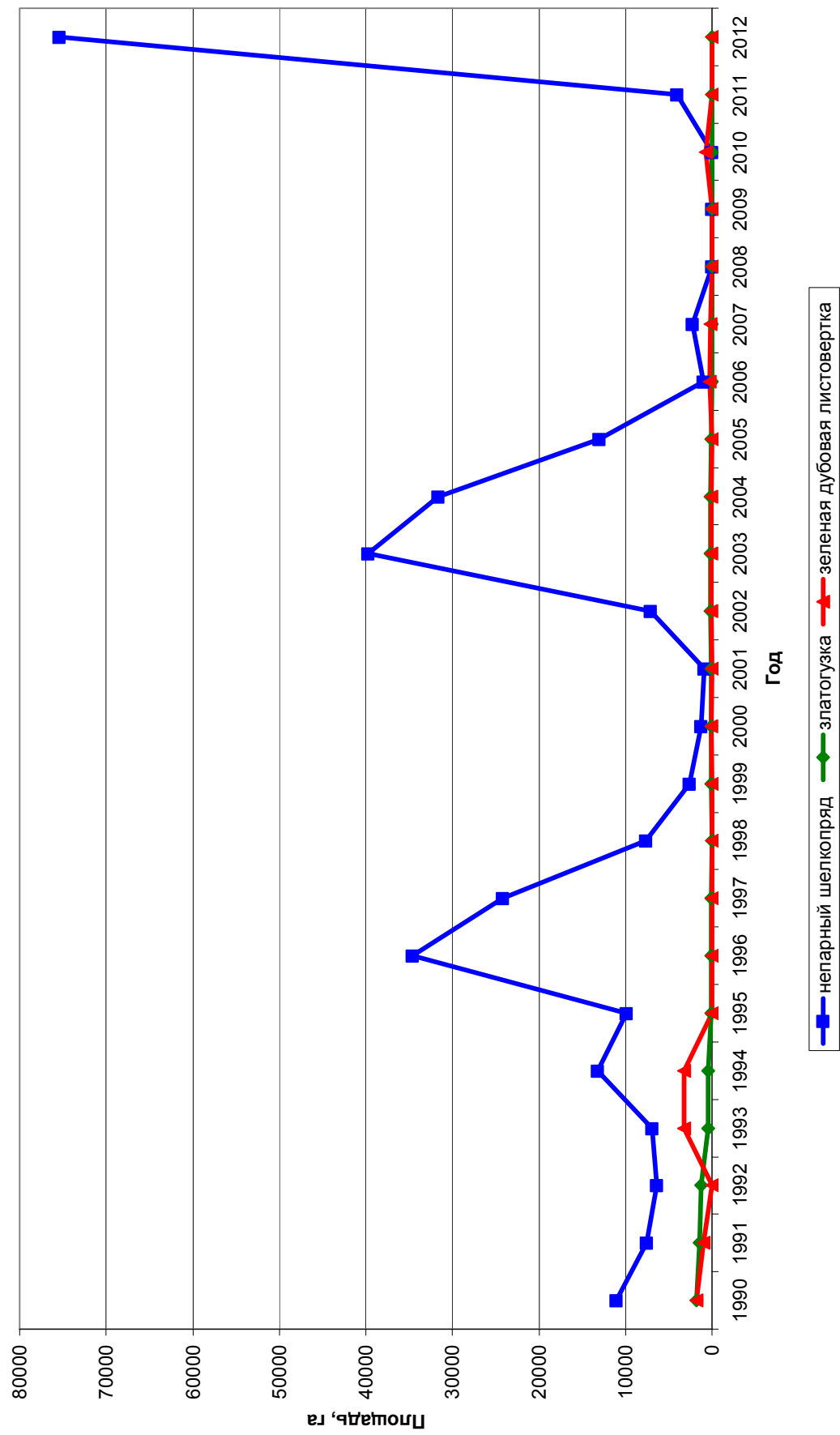


Рисунок 23 – Динамика очагов массового размножения листогрызущих филлофагов в насаждениях Оренбургской области в период с 1990 по 2012 гг.

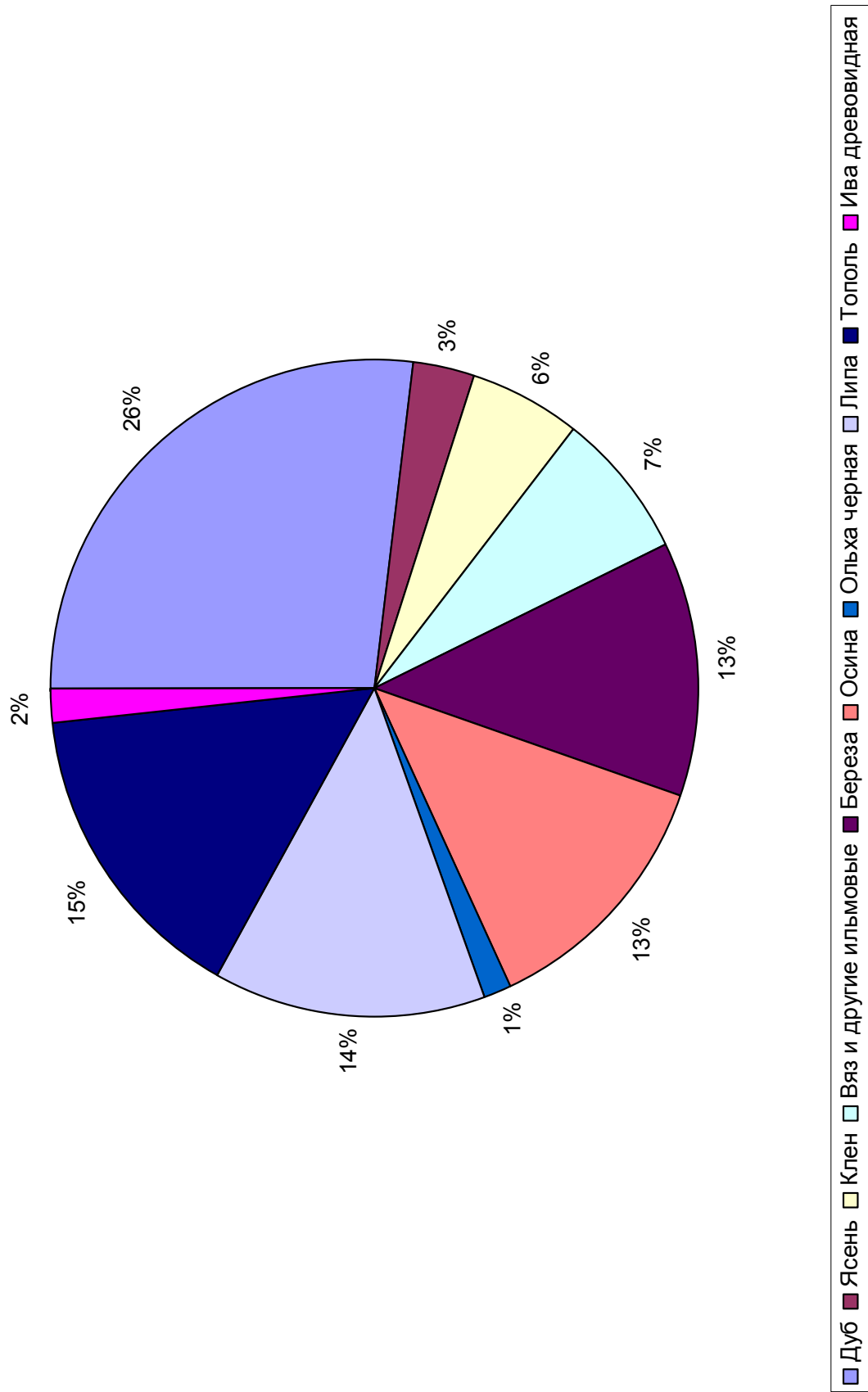


Рисунок 24 – Соотношение лиственных насаждений в Оренбургской области (га)

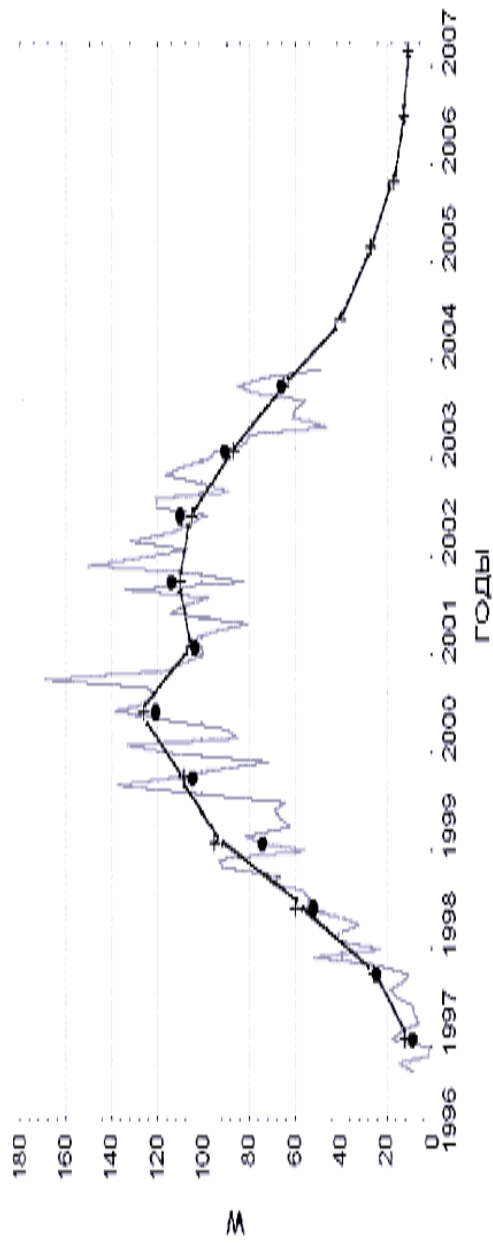


Рисунок 25 – Средненные числа Вольфа и прогноз солнечной активности [173]

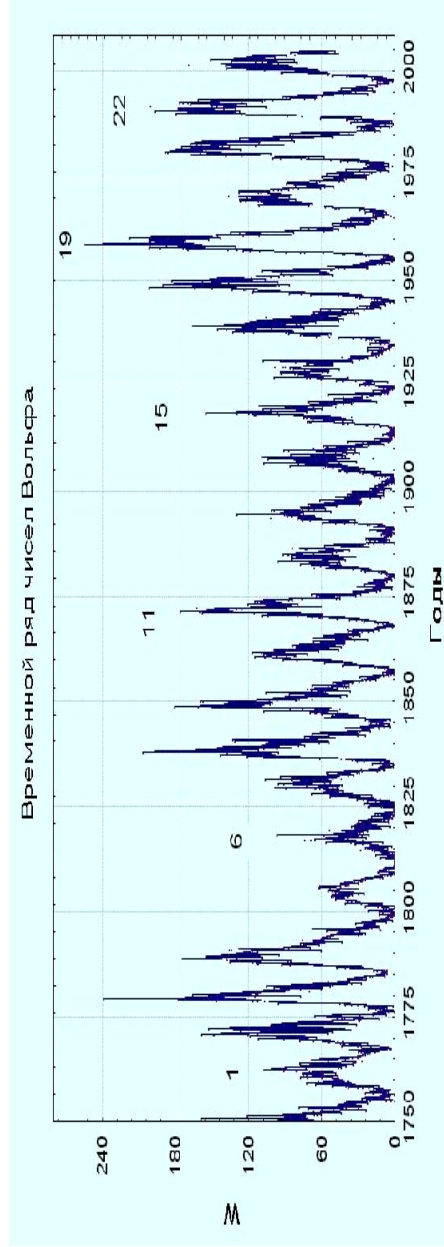


Рисунок 26 – Временной ряд чисел Вольфа [173]

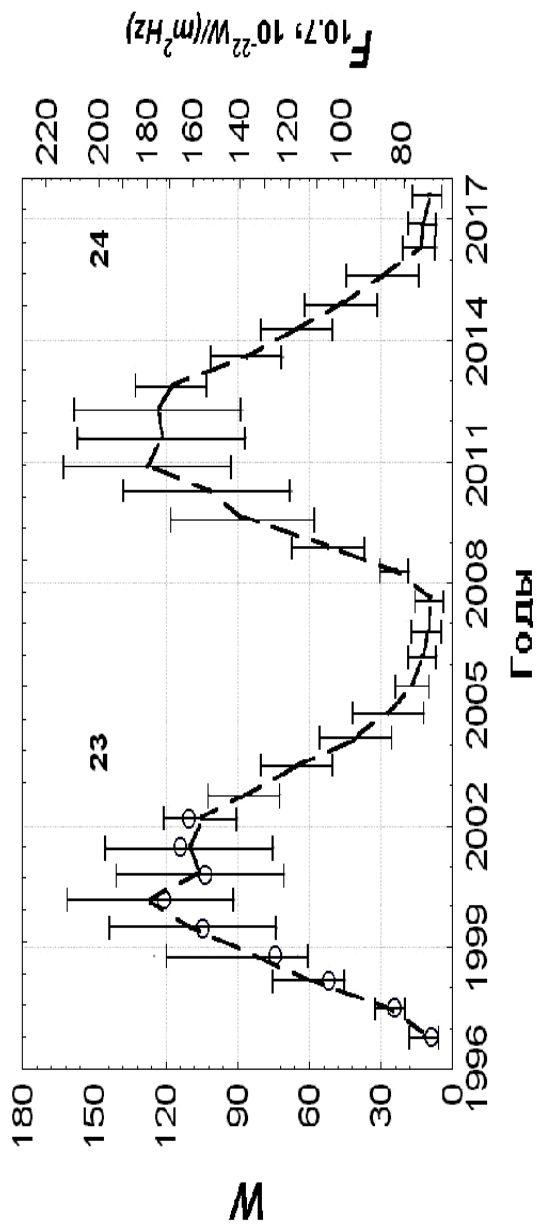


Рисунок 27 – Прогноз циклов 23 и 24 [173]

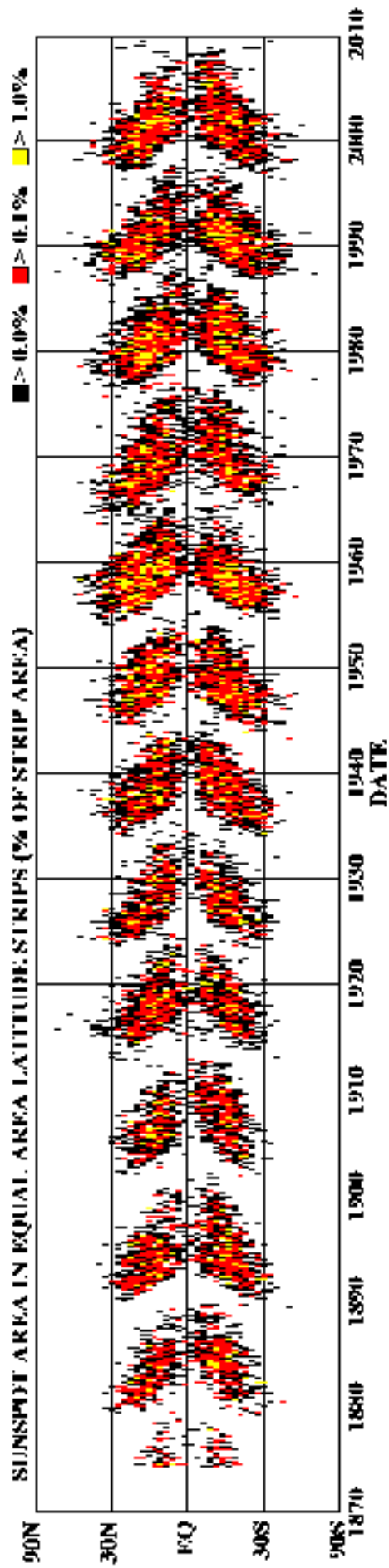


Рисунок 28 – Диаграмма солнечных пятен [173]

Исследования климатологов показали зависимость погоды от типов циркуляции атмосферы, которая в свою очередь определяется характером солнечной активности, выражаемой индексами Вольфа и Эйгенсона [352, 268, 263, 270, 21]. Проявление меридиональной циркуляции в 30-х годах и ее возрастание в 60 – 70 годах и последующие годы связано с усилением солнечной активности. Е.И. Белецкий [21] установил, что солнечная активность и циркуляционные преобразования атмосферы высоко и достоверно коррелируют с числом областей, охваченных массовым размножением насекомых.

На рисунках 25, 26 представлены осредненные за месяц числа Вольфа W , соединенные тонкой линией. Черные точки – среднегодовые значения. Черная линия – прогноз; фаза роста – 3,5 г; спада – 6 лет. Между двумя максимумами – 1,5 года [173].

Прогноз (рис. 27) получен в МГУ (НИИЯФ и ГАИШ) методом фазовых средних для чисел Вольфа W и потока радиоизлучения $F_{10.7}$ по информации за первые 22 цикла (с 1 по 22). Окружности – наблюдательные данные, отрезки – приведенные доверительные интервалы, соответствующие 99% вероятности [173].

Эта современная версия диаграммы (рис. 28) солнечных пятен («бабочка») за 135 лет наблюдений построена (и регулярно обновляется) солнечной группой Центра космических полетов им. Дж. Маршалла НАСА (Marshall Space Flight Center (MSFC) NASA) [173].

Увеличение очагов массового размножения непарного шелкопряда, златогузки, дубовой зелёной листовёртки на территории Оренбургской области совпадает с подъемом солнечной активности (рис. 23, 27). Но если у непарного шелкопряда и зелёной дубовой листовёртки выражена явная цикличность появления вспышек массового размножения в пределах от 5 до 11 лет в условиях Южного Предуралья, то у златогузки этот цикл оказался более длительным [298, 303, 311].

Резкий подъем численности непарного шелкопряда в 1992 г. был вызван складывающейся метеорологической ситуацией. В период отрождения и разви-

тия гусениц перечисленных насекомых (апрель, май, июнь) стояла жаркая сухая погода. Отклонения среднемесячной температуры воздуха и среднемесячных осадков от многолетней нормы были значительными (рис. 29 – 32).

Полученные данные свидетельствуют о том, что данная климатическая ситуация также сказалась на интенсивности развития зелёной дубовой листовёртки. Динамику развития очагов массового размножения листогрызущих насекомых характеризует рисунок 23. На нем виден рост численности зелёной дубовой листовёртки, непарного шелкопряда на территории Оренбургской области в период с 1993 по 1994 гг., далее рост численности непарного шелкопряда наблюдался в 1995 – 97 гг., в 2001 – 2004, в 2012 гг. (рис. 20, 23) [298].

Говоря о влиянии факторов абиотической среды, Г.А. Викторов [38], В.С. Знаменский [126, 127, 128], А.С. Исаев и др. [147] отмечали, что характер изменения численности листогрызущих зависит от их экологических особенностей и факторов внешней среды.

У большинства массовых листогрызущих насекомых рост численности связан с воздействием модифицирующих, в основном метеорологических, факторов, которые действуют на состояние популяций непосредственно и косвенно, нарушая сбалансированное состояние биоценологических взаимосвязей [293].

Как следует из анализа метеоданных, в период вспышек массового размножения важную роль также играют температуры воздуха, складывающиеся в период лёта бабочек и откладки яиц перед зимним периодом.

В Оренбуржье нарастанию популяции многих листогрызущих насекомых, находящихся в фазе яйца в период перезимовки (непарный шелкопряд), способствуют безморозные зимы. Лишь существенные отклонения минимальной температуры воздуха, особенно в январе, способствуют вымерзанию яйцекладок [298].

В Оренбургской области также складывались благоприятные условия для перезимовки зелёной дубовой листовёртки, златогузки, непарного шелкопряда в 1993, 1994 гг., что сохранило накопленный резерв роста численности в период развития гусениц и лета бабочек. Это обусловило резкий подъем (вспышку

массового размножения) численности филофагов в 1994 г.

Так, в результате ранневесенних заморозков в апреле 1997 г., когда отклонение среднемесячной температуры воздуха от многолетней нормы было ниже на 5,6°C, происходила задержка раскрытия почек на кормовой породе – дубе черешчатом. Гусеницы листовёртки погибли от голода, и вспышки массового размножения в этом году не было (рис. 22) [298].

Метеообстановка 1992, 1993 гг. в Оренбургской области обусловила дальнейший рост численности зелёной дубовой листовёртки, непарного шелкопряда и увеличение очагов массового размножения в 1994 г. Особенно это отчетливо проявилось на популяции непарного шелкопряда. Погодные условия в период развития гусениц, особенно младших возрастов, стимулировали сохранившийся потенциал энергии размножения филофага. В результате этого площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда и его численность возросли почти в два раза по сравнению с предыдущим годом (рис. 23).

Массовые виды хвое- и листогрызущих насекомых с эруптивным типом динамики численности в течение градационного цикла проходят несколько последовательно сменяющихся состояний (четыре фазы развития): первую, или начальную, вторую, или фазу роста численности филофага (продромальная фаза), третью, или фазу собственно вспышки (эруптивная фаза), и четвертую, или фазу кризиса [303].

Таблица 12 – Плодовитость и выживаемость непарного шелкопряда в период с 2000 по 2002 гг. в Оренбургской области (средние)

Год	Кол-во про-анализ. яйце-кладок, шт.	Сред. вес кла-док, мг	Сред. кол-во яиц в кладке, шт.	Люминесцентный анализ, %			Угроза объед., в %
				здоровые	погиб-шие	ослаб-ленные	
2000	200	348	362	79	13	8	50
2001	200	503	571	78	17	5	70
2002	200	556	580	87	8	5	80 – 90
средние	200	469	504,3	81,3	12,7	6	68,3

Проведенный анализ качественного состояния популяции непарного шелкопряда показал, что среднее количество яиц в кладке составило 504,3 шт.,

средний вес кладок – 469 г. Все это указывало на фазу собственно вспышки (эруптивную фазу). Постепенно происходило увеличение среднего веса яйцекладок насекомого, среднего количества яиц в них. Жизнеспособность эмбрионов по данным люминесцентного анализа составила 81,3% (табл. 12) [298].

Как отмечают многие авторы, в европейской части РФ нарастание численности шелкопряда начинается вслед за засушливыми годами. Это связано с резким увеличением плодовитости бабочек при беспрепятственном питании гусениц в засушливую погоду [47, 144, 268, 166]. Изучая характер протекания вспышек массового размножения шелкопряда, А.И. Ильинский, И.В. Тропин [141] пришли к выводу о том, что общая продолжительность развития, вспышки отдельных ее фаз зависит от совокупности условий данного насаждения. Чаще всего вспышка охватывает семь поколений, т.е. для моновольтинных видов (непарный шелкопряд, зелёная дубовая листовёртка, златогузка) – семь лет. На первую, или начальную, фазу приходится одно поколение, или год, а на три последующие фазы, т.е. роста численности, кульминации вспышки и кризиса, по два поколения, или два года, на каждую. Далее, отмечают эти авторы, возможно удлинение общей продолжительности по лесному массиву в целом на 1 – 2 поколения или, наоборот, сокращение на 1 – 2 поколения. Это, прежде всего, связано со складывающимися метеоусловиями. Так, при засушливых периодах вспышки могут быть более длительными, более интенсивными и охватывать значительные территории.

На изменчивость протекания вспышек массового размножения насекомых указывал А.И. Воронцов [58, 61]. Так, приводя свои исследования, он сообщает, что у зелёной дубовой листовёртки в дубравах Подмосковья длительность градационного цикла в 1951 – 1955 гг. составляла всего 5 лет, градационного цикла в 1962 – 1976 гг. – 14 лет. В этих вспышках автор мог проследить четко лишь фазы роста численности и кульминации вспышек. В Крыму цикл вспышек непарного шелкопряда занимал в среднем 8 – 9 лет, в Воронежской области – 10 – 11 лет. Часто длительность циклов изменяется в ту или иную сторону в зависимости от множества различных биоэкологических факторов.

Н.В. Шаталин [353] проводил лабораторное выращивание гусениц из кладок, взятых в период массового размножения из микропопуляций Зауральской популяции непарного шелкопряда, кормившегося на одном виде дерева, но в различных лесорастительных условиях. Полученные данные показывают, что гусеницы микропопуляций, выращенные в одних и тех же условиях (искусственная питательная среда, постоянная температура и влажность), имеют существенные различия по скорости развития и её дисперсии, массе куколок, фенотипическим характеристикам и другим показателям. Сравнение морфометрических показателей гусениц, взятых из природных микропопуляций, различающихся лесорастительными условиями, а также гусениц, выращенных в лабораторных условиях, показало соответствие динамики этих показателей у гусениц из естественной среды и в лабораторных условиях. На зимостойкость яйцекладок непарного шелкопряда Зауральской популяции влияет не только непосредственное действие низких температур, но и иссушающий эффект ветровых потоков [353].

Для изучения характера и особенностей развития вспышек массового размножения листогрызущих филлофагов был произведен их ретроспективный анализ более чем за 20-летний период [298, 303].

Установлено, что выход из депрессии происходит каждый раз в засушливые годы со значительными отклонениями от климатической нормы температуры и суммы осадков в период питания гусениц (май – июль).

Наряду с этим существенную роль при возникновении вспышек массового размножения сыграли безморозные зимы, способствовавшие выживанию зимующих стадий филлофагов.

Выход популяций филлофагов из состояния депрессии происходил в годы с засушливой, жаркой погодой в период развития гусениц и теплые зимы, способствующие выживанию зимующих фаз насекомых.

Фаза подъема численности занимала, как правило, 1 – 2 года (максимум 3 года), и это сопровождалось резким увеличением плотностей популяций.

В фазе кульминации вспышки происходило быстрое разреживание чис-

ленности филлофагов, что, как показывает анализ, вызывалось воздействием биотических факторов регуляции (паразитические и хищные насекомые, такие как теленомусы, муравьи, наездники, вирусное заболевание – полиэдроз, конкуренция за пищевые ресурсы с дубовой зелёной листовёрткой, златогузкой и ранней весенней серо-желтой совкой и др.). Регуляция численности была сопряжена с эффектом запаздывания, благодаря чему вспышки имели широкий фазовый портрет.

Продолжительность кульминации вспышки занимала 1 – 2 года. Переход из фазы кульминации в фазу кризиса вспышки занимал 1 – 2 года.

В течение 2 – 3 лет вспышки массового размножения переходили из фазы кризиса в фазу депрессии. Фаза депрессии занимала 2 – 3 года. Общая продолжительность градационных циклов листогрызущих филлофагов в Оренбургской области колебалась от 6 (зелёная дубовая листовёртка) до 10 (непарный шелкопряд) лет. Вспышки характеризуются широким диапазоном плотностей и коэффициентов размножения [298, 303].

5.2 Экологические особенности филлофагов лиственных пород

Для эффективной организации надзора за листогрызущими филлофагами важно знать их стациальную приуроченность к определенным насаждениям и древесным породам, на которых они получают наиболее благоприятные условия для развития, а также сроки развития каждой фазы филлофагов.

Ниже приводятся данные об особенностях биологии зелёной дубовой листовёртки, непарного шелкопряда, златогузки в условиях Южного Предуралья [307].

Зелёная дубовая листовёртка (*Tortrix viridana* L.) – небольшая бабочка в размахе крыльев 18 – 23 мм. Передние крылья – бледно-зелёного цвета со светлой или почти белой бахромой, от основания значительно расширяются. Задние крылья – светло-серые, также с беловатой бахромой. Голова желтоватая, реже зеленоватая, грудь сверху зелёная. Брюшко сероватое. Яйца гладкие, ок-

руглые, уплощенные, сначала светло-желтые, позже коричневые. Средняя длина яйца 0,7 мм, откладываются по два. Гусеницы зелёные с черной головой и коричневатым или зеленоватым щитком, сзади с двумя черными пятнами. Тело покрыто коричневыми бородавками, из которых выходят длинные волоски. Грудные ноги черные. Длина взрослой гусеницы 18 – 20 мм. Куколка покрытая, сначала зелёная, потом коричневая, позже темно-коричневая. Длина её 9 – 10 мм.

Бабочки зелёной дубовой листовёртки появляются в дубовых насаждениях обычно в конце мая, на севере области – в конце мая или начале июня. Днем бабочки находятся в покое в кроне дуба или на коре ствола. Основной пик лёта по всему ареалу наблюдается в июне; бабочки летают вечером в кронах дуба, особенно по периферии. Часть бабочек – преимущественно самки – не взлетают. Спаривание также происходит в вечернее время. Оплодотворенные самки находят неровные, с небольшими выемками места на веточках, где откладывают яйца по два, которые покрывают различным материалом. Яйца чаще всего откладываются на верхушечные или крайние ветви толщиной до 10 мм, на расстоянии 10 – 70 см от их верхушек. Предпочитаемые места для яйцекладок – основания рубцов от опавших листьев или места недалеко от почки. Яйца сложены таким образом, что край одного яйца частично перекрывает край другого, так что оба яйца заключены снизу и сверху в камеру. Яйцекладка одной самки содержит около 50 – 60 яиц. Яйца зимуют. Гусеницы отрождаются только в следующем году.

Гусеницы первого и второго возраста соединяют паутиной распускающиеся листочки и объедают их, особенно от верхушки и по краям. От третьего возраста, который продолжается в нормальных температурных условиях также 2 – 3 дня, гусеницы уже приобретают типичную окраску – зелёные с черной головой и коричнево-зелёным щитком; в это время начинают изгибать, скручивать и спутывать паутиной листья, которые одновременно объедают. Четвертый возраст продолжается 5 дней, пятый – 7 – 8 дней. Развитие гусениц длится в среднем 3 – 4 недели. Гусеницы, очень подвижные и потревоженные, быстро

спускаются на паутинке. Взрослые гусеницы окукливаются в спутанных свернутых листьях. Период кукольного покоя продолжается 2 – 3 недели.

Зелёная дубовая листовёртка повреждает дуб черешчатый и редко другие виды дуба. Массовое размножение отмечено в сухих дубняках и сырых лесах. Повреждаются одиночно стоящие деревья в естественных насаждениях или крайние деревья на опушках. Повреждения начинаются от верхних частей кроны и спускаются вниз, на нижние листья. Результатом сильных повреждений и сплошного объедания листьев является потеря прироста, но основной вред, причиняемый этим филлофагом, – потери урожая желудей.

Гибель отдельных дубов после сплошного объедания листьев бывает редко, как правило, на сухих почвах и при сильной засухе. В условиях Южного Предуралья данная гибель наблюдается в дубняках порослевого происхождения и у сильно ослабленных в результате воздействия антропогенного фактора насаждений. Обычно и очень поврежденные дубняки вновь восстанавливают листву, особенно при благоприятных климатических условиях, однако при дождливой и теплой погоде на новых листьях появляется мучнистая роса (*Microsphaera quercina*).

Зелёная дубовая листовёртка распространена по всему ареалу дуба черешчатого, т.е. по всей средней и южной полосе Европейской России [60, 277].

Как следует из анализа литературных данных, зелёная дубовая листовёртка – широко распространённый филлофаг дубрав. Ареал ее распространения совпадает с ареалом произрастания дуба [113, 116, 10, 11, 8, 9].

Наиболее частые вспышки массового размножения отмечались во всей европейской части России, на Кавказе и в Крыму, исключая север и Урал [90, 20, 141, 61].

По данным А.И. Воронцова и В.А. Ефремовой [51], вспышки массового размножения дубовой зелёной листовёртки (*Tortrix viridana* L.) в дубравах Подмосковья известны давно. Дубовая зелёная листовёртка является одним из опаснейших филлофагов дуба. Наиболее значительный вред она наносит дубравам лесостепи, где неоднократно наблюдались вспышки ее массового раз-

множения. Для успешного прогнозирования вспышек и проведения эффективной борьбы с дубовой листовёрткой необходимы данные о распределении численности филофага в кронах деревьев и насаждении в целом. При изучении влияния положения деревьев в насаждении на распределение листовёртки было установлено, что численность насекомого на опушечных деревьях зависит от экспозиции опушки, а в древостое на распределение яйцекладок листовёртки влияют также рельеф местности и экспозиция склонов. Полученные данные показывают, что максимальная плотность яйцекладок приурочена к южным и западным, наиболее прогреваемым опушкам. То же, по-видимому, можно сказать и в отношении экспозиций склонов внутри древостоя. Эти особенности распределения численности филофага в нагорной дубраве выражены более четко, чем в пойме.

А.И. Воронцовым и В.А. Ефремовой [51] изучался вопрос о влиянии экспозиции в кроне на плотность яйцекладок дубовой листовёртки. Для этого использовались данные учетов на разных уровнях в кронах при разных экспозициях модельных ветвей. Полученные результаты говорят о том, что в верхних частях крон влияние экспозиции ветвей на плотность яйцекладок проявляется наиболее отчетливо: здесь наибольшая плотность приурочена к южным румбам. В средней и, особенно, в нижней частях крон эта зависимость выражена слабее. Такое положение, по-видимому, можно объяснить нивелирующим влиянием окружающих деревьев на распределение солнечной энергии в лесу. Диаметр модельной ветви оказывает заметное влияние на количество яйцекладок. Это обстоятельство следует иметь в виду при учетах дубовой листовёртки на фазе яйца [51].

Вспышки массовых размножений листогрызущих филофагов в равнинных лесах наиболее часто наблюдаются в степной и лесостепной зонах. Леса здесь подвергаются сильному антропогенному воздействию, природные биоценозы и их защитные свойства нарушены. Климатические факторы оптимальны для большинства листогрызущих насекомых. Вспышки охватывают большие площади лесов и протекают по типу первичных очагов. Нередко в насаждениях

образуются комплексные очаги, в которых одновременно размножаются несколько видов филлофагов или последовательно сменяются размножающиеся виды. Поэтому степная и лесостепная зоны могут быть названы зонами наиболее частых или постоянных массовых размножений, т. е. первичных вспышек [284].

Реже вспышки массового размножения листогрызущих филлофагов наблюдаются в зоне смешанных лесов. Насаждения здесь также испытывают большую антропогенную нагрузку, но климатические условия, состав и возраст древесных пород менее благоприятны для размножения многих листогрызущих насекомых. Вспышки развиваются медленнее, по типу вторичных очагов, и занимают меньшие площади. Зона смешанных лесов определена как зона периодических массовых размножений, или вторичных вспышек.

Может быть выделена еще зона возможных массовых размножений листогрызущих филлофагов там, где вспышки бывают нечасто и не охватывают больших площадей. В горных лесах характер вспышек определяется вертикальной зональностью, экспозицией и крутизной склонов. Первичные очаги обычно формируются на южных склонах гор, вторичные – на восточных и западных, на северных склонах возникают чаще всего миграционные очаги.

В зонах лесостепи и степи после засух у различных листогрызущих насекомых вспышки массового размножения реализуются по-разному: у кольчатого шелкопряда, зелёной дубовой листовёртки и прочих филлофагов лиственных пород вспышки реализуются не во всех областях, краях или республиках, охватываемых засухами, полнее они реализуются у златогузки и наиболее полно у непарного шелкопряда; другими словами, у двух последних филлофагов имеет место наиболее полная сопряженность вспышек с засухами [144].

По данным других авторов, зелёная дубовая листовёртка распространяется во всех странах Западной Европы, включая Испанию, Англию, Германию, Италию, Молдавию [237, 268, 371].

Очаги массового размножения насекомого были сопряжены с господством в насаждениях дуба ранней формы. В Крыму и Молдавии они образуются

вались еще и в насаждениях из дуба пушистого [141, 237].

Эти же авторы отмечают, что наиболее благоприятные условия для формирования очагов массового размножения листовёртки складываются в дубравах лесостепи и степи.

А.А. Царенко [346] отмечала, что Саратовская область является регионом, где часто возникают вспышки массового размножения многих фитофагов, среди которых наибольшую опасность представляет зелёная дубовая листовёртка. Выход популяции листовёртки из состояния депрессии происходил каждый раз в засушливые годы со значительными отклонениями среднемесячной температуры воздуха и осадков от многолетней нормы в период развития гусениц (апрель – июнь). Также важную роль в развитии вспышек массового размножения сыграли мягкие зимы, не вызывавшие вымерзания особей фитофага. В очаге листовёртки наибольшему ослаблению подвергался дуб черешчатый ранораспускающейся формы. Наиболее устойчивыми породами к объеданию листовёрткой, по мнению А.А. Царенко [346], были клён остролистный и липа мелколистная, категория ослабления составила 1,22. Наилучшими условиями развития фитофага было в узкомятликовых, боромятликовых дубравах IV, V бонитетов с полнотой 0,5. Возраст насаждений 50 – 70 лет.

В.А. Марков [215] отмечал, что продолжительность генерационного и градационного развития массовых лесных насекомых связана с фазами их развития и с плотностью популяции. Минимальные сроки развития наблюдаются в период подъёма численности, максимальные – при деградации массового размножения. Неодновременное, «растянутое» развитие особей в популяции можно рассматривать как адаптивные миграции во времени. Часть популяции, задержавшаяся в развитии, избегает гибели в стрессовый период при сильной дефолиации от бескормицы, химического прессинга при обработке очагов, что влияет на эффективность применения пестицидов, избегает гибели от паразитов и хищников и преодолевает фенологическую асинхронность кормовой породы. Вспышки массового размножения лесных насекомых в локальных биотопах протекают в соответствии с законом последовательного прохождения фаз раз-

вития природными системами. На ограниченной части их ареала можно встретить внутривидовые группировки насекомых, находящиеся на разных фазах градиционного цикла. Их популяция дискретна.

В лесостепной зоне очаги насекомого отмечались в пойменных и нагорных дубравах [111, 112, 58, 268], а в Подмоскowie в степных дубовых насаждениях III – IV бонитета с редкой сомкнутостью крон [115, 116, 55].

Исходя из приведенного разнообразия размещения очагов массового размножения зелёной дубовой листовёртки, необходимо установить предпочитаемые станции в ареале проведенных исследований.

Для изучения данного вопроса на территории Оренбургской области были подобраны участки леса, где листовёртка постоянно образует очаги массового размножения (Бузулукское лесничество) [307].

Из таблицы 13 следует, что зелёная дубовая листовёртка присутствовала в насаждениях, состоящих из дуба низкоствольного порослевого происхождения в 4 – 5 классе возраста, полнотой от 0,6 до 0,7, бонитета от I до IV, I яруса. Среди них плотность популяции листовёртки была наибольшей в сухой дубраве с бонитетом III – IV и составляла $22,39 \pm 1,95$ гус./100 точек роста (проба 4). Листовёртка получила здесь наилучшие условия для развития популяции. Средняя степень дефолиации крон деревьев составляла 55%. В аналогичной дубраве с бонитетом I – II плотность популяции была $20,26 \pm 1,56$ гус./100 точек роста (проба 3). Средняя степень дефолиации крон деревьев составляла 60%.

В дубраве свежей липовой условия для развития листовёртки были несколько хуже (проба 3). Численность филофага в среднем составила $15,34 \pm 0,91$ гус./100 точек роста. Судубрава сухая с примесью берёзы бородавчатой, липы мелколистной, клёна ясенелистного и осины имела менее благоприятные условия для развития листовёртки по сравнению с предыдущими пробами. Численность ее составила $9,35 \pm 0,76$ гус./100 точек роста. Примесь к дубу сопутствующих пород снижала заселённость листовёрткой. Все это указывало на ухудшение условий для развития листовёртки [307].

Таблица 13 – Характеристика насаждений в очагах массового размножения зелёной дубовой листовёртки

№ пробы	Тип древостоя	Класс возраста	Средняя полнота	Ярус	Бонитет	Состав	Тип		Среднее число гусениц на 100 точек роста ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)	Половой индекс (I)
							ле-са	условий место-произрастания		
1	Дубравы	4	0,7	I	IV-III (V)	5Дн3Лп2Кл+Ос+Б	С ₁ Д	Сухая судубрава	9,35±0,76	0,46
2	Дубравы	5	0,6	I	II-III (I-IV)	7Дн3В+Ос	С ₂ ЛД	Свежая липовая судубрава	15,34±0,91	0,51
3	Дубравы	4	0,7	I	II-I (III)	7Дн3Ос	Д ₁ Д	Сухая дубрава	20,26±1,56	0,55
4	Дубравы	4	0,7	I	III-IV	7Дн3Ос	Д ₁ Д	Сухая дубрава	22,39±1,95	0,53

Проведенные анализы стациального распределения зелёной дубовой листовёртки показывают, что наилучшие условия для образования первичных очагов массового размножения филофага сложились в насаждениях пробных участков 3 и 4. Это чистые или с незначительной примесью сопутствующих пород пойменные и нагорные дубравы. Очаги массового размножения приурочены к дубу ранней формы порослевого происхождения, угнетенного мучнистой росой дуба и общим длительным усыханием. По результатам наблюдений можно отметить, что гусеницы в очагах размещались в большей части в верхней и средней частях кроны деревьев, в меньшей степени – в нижней. Такая закономерность проявлялась при низкой численности насекомого. При высокой численности отмечено, что гусеницы распределяются равномерно. Полученные данные подтверждаются исследованиями В.С. Знаменского [126, 129], который установил коэффициенты распределения гусениц филофага относительно частей кроны. Они составили 0,38 в верхней части кроны, 0,42 в средней части кроны,

0,20 в нижней части кроны. Гусеницы младших возрастов, концентрируясь в верхней и средней частях кроны, по мере роста и нехватки корма переходят в нижнюю часть кроны.

Согласно данным Д.В. Померанцева, П.А. Положенцева, И.М. Саввина [254, 252], В.В. Рубцова [268], отрождение листовёртки происходит в определенном суточном ритме – с раннего утра до 2 часов дня, только очень редкие экземпляры вылупляются позже. Гусеницы питались листьями дуба главным образом ранней формы, при нехватке корма переходили на другие породы – подлесочные. Особенно это наблюдалось в комплексных очагах с зимней пяденицей, непарным шелкопрядом и кольчатым коконопрядом. Иногда значительная часть особей погибала от бескормицы. Авторами установлено, что оптимальные условия развития создаются только при питании гусеницами дуба. При попытке выкормить листовёртку с момента отрождения гусениц до окукливания на берёзе, липе и клёне наблюдалась их повышенная смертность.

Установлено, что среднеянварские, среднеиюльские температуры, ГТК оказывали влияние на динамику численности насекомых. Причем аномалии января и июля в обе стороны оказывали схожее воздействие, вызывая повышение численности насекомых на следующий год (рис. 29 – 32).

Как видно из рисунка 31, в различных районах Оренбургской области динамика очагов массового размножения филлофагов была различна. В первую очередь это связано с климатическими условиями районов и породным составом насаждений [298, 307, 311].

Как указывалось ранее, дубовые древостои Южного Предуралья представлены в основном порослевым происхождением, что отрицательно сказывается на санитарном состоянии деревьев: те из них, что ослаблены гнилями, мучнистой росой, активнее заселяются филлофагами [291, 293, 290, 286].

В период с 1992 по 1995 гг., когда вспышка массового размножения зелёной дубовой листовёртки охватила 10 лесхозов области (западную, центральную и северную части), в Бузулукском лесхозе очагами массового размножения была охвачена площадь 1080 га, в Сорочинском – 830 га, в Ташлинском – 480

га, в Первомайском – 450 га, в Новосергиевском – 250 га, в Оренбургском – 100 га и в Бугурусланском – 50 га. Соответственно, на долю дуба из всей лесом покрытой площади в Бузулукском лесхозе приходится 43%, в Сорочинском – 34%, в Ташлинском – 31%, в Первомайском – 12%, в Новосергиевском – 42%, в Оренбургском – 19%, в Бугурусланском – 26% (рис. 33).

В таблицах 14 – 18 приведена характеристика очага массового размножения зелёной дубовой листовёртки на территории Бузулукского лесничества.

Таблица 14 – Характеристика очага массового размножения зелёной дубовой листовёртки

Лесничество	Фаза вспышки массового размножения	Площадь очага, га	В том числе по степени повреждения насаждения		Фаза развития филофага	Единица учёта	Численность филофага, шт.			
			га	%			здоровые	больные	поврежденные	погибшие
2010										
Бузулукское	1	83	83	25 – 50	10	шт./ветвь	94,0	0	0	6
2011										
Бузулукское	1	83	83	25 – 50	10	шт./ветвь	96,0	0	1	3
2012										
Бузулукское	1	4	4	до 25	10	шт./ветвь	99,0	0	1	0
Бузулукское	2	83	83	51 - 75	10	шт./ветвь	95,0	0	2	3
Среднее							96,0	0	1	3

Примечание: фаза развития 10 – яйцекладка, фаза развития очага: 1 – начальная фаза; 2 – нарастание численности; 3 – собственно вспышка; 4 – кризис.

Таблица 15 – Распределение очага массового размножения зелёной дубовой листовёртки по степени повреждения насаждений

Лесничество	Площадь очагов, га				
	до 25%	25...50%	51...75%	более 75%	итого
2010					
Бузулукское	0	83	0	0	83
2011					
Бузулукское	0	83	0	0	83
2012					
Бузулукское	4	0	83	0	87

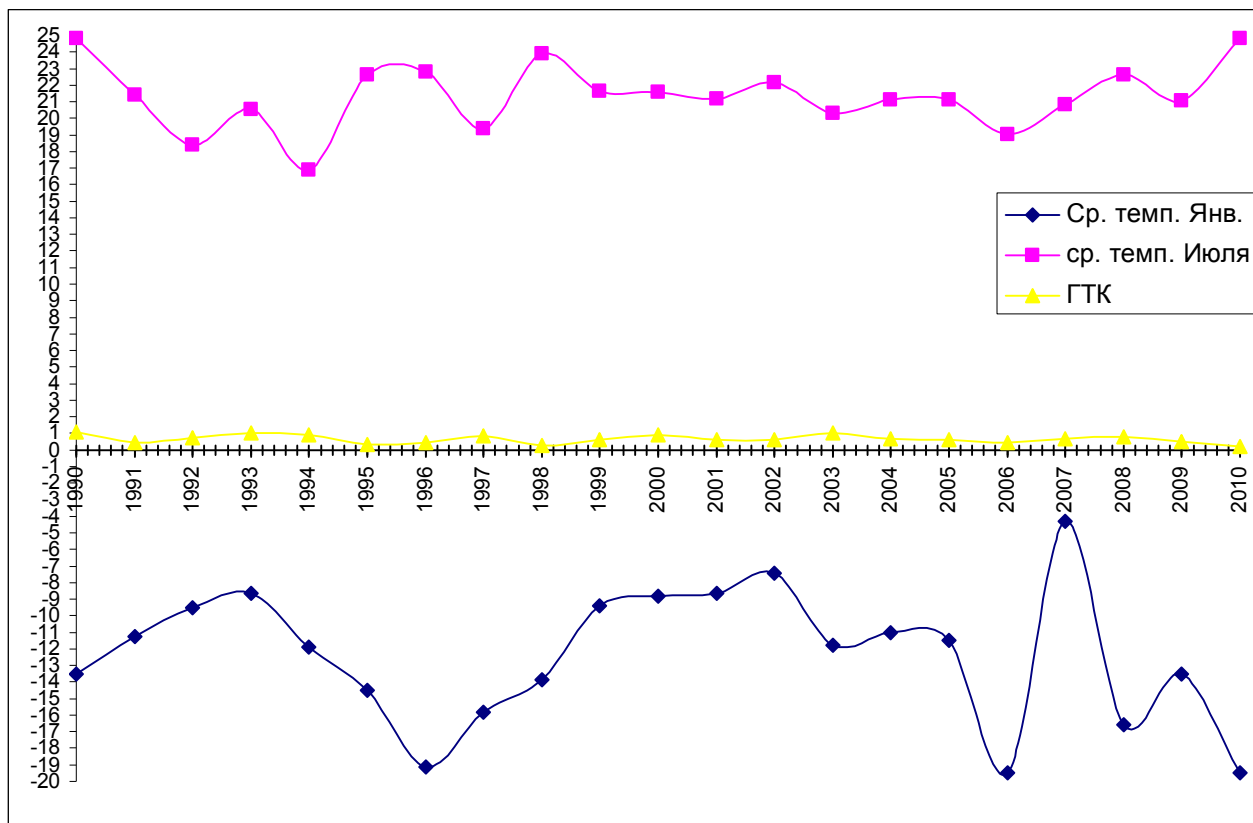


Рисунок 29 – Средние по области температуры января (°C), июля (°C) и ГТК (гидротермический коэффициент)

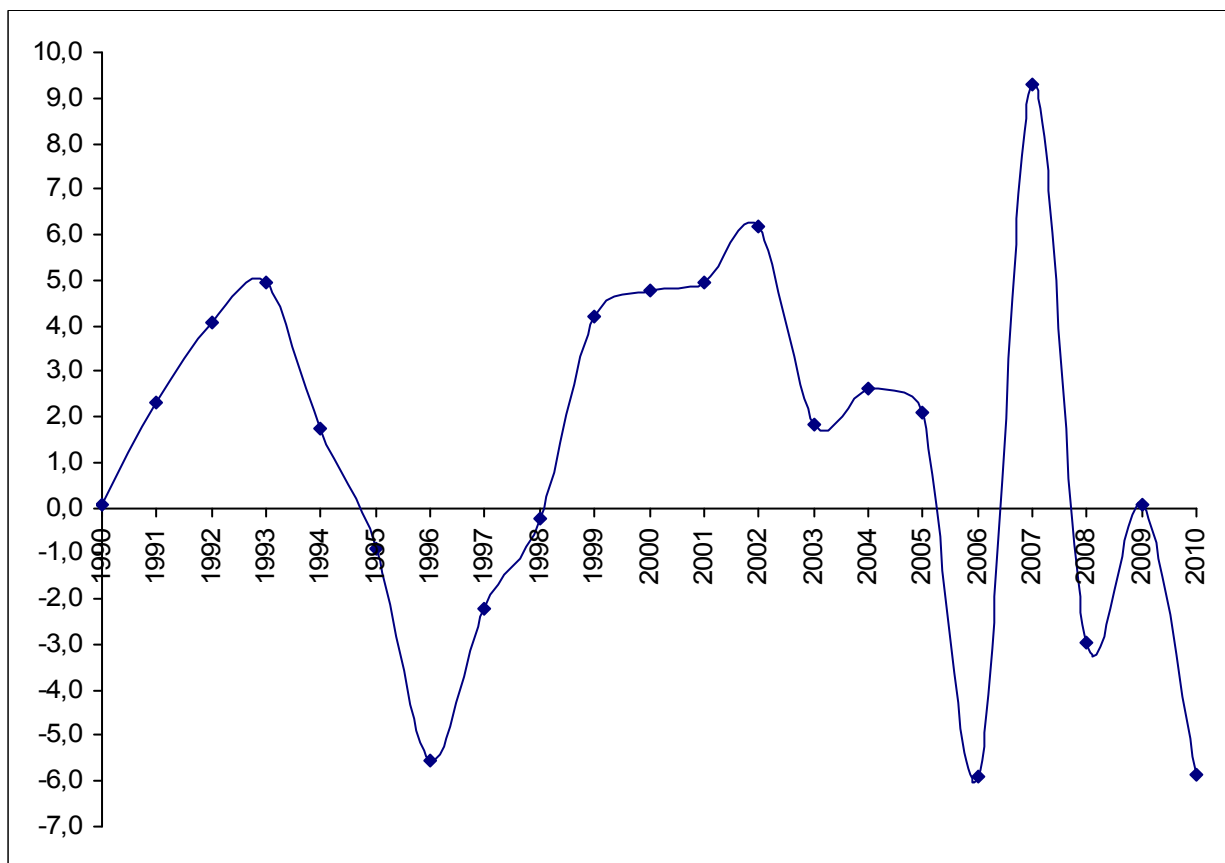


Рисунок 30 – Аномалия средней температуры января (°C)

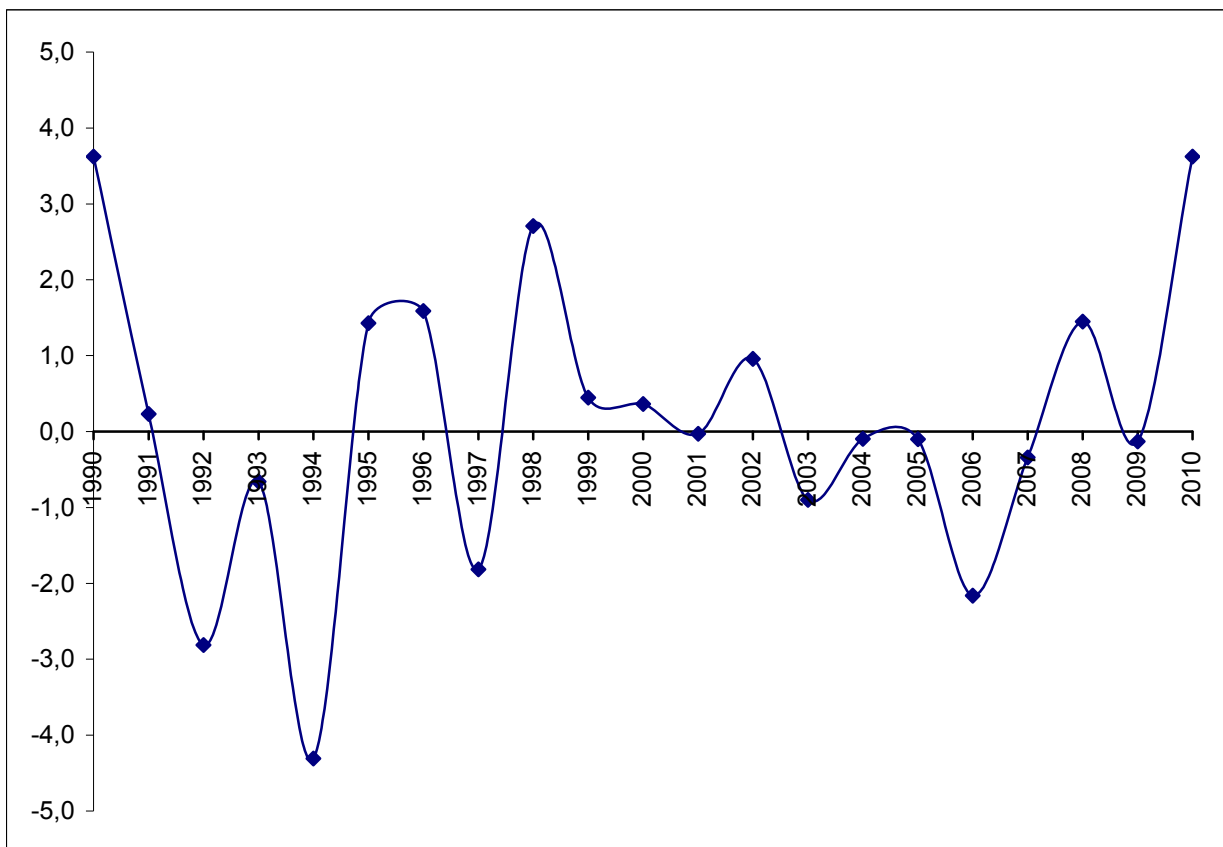


Рисунок 31 – Аномалия средней температуры июля (°C)

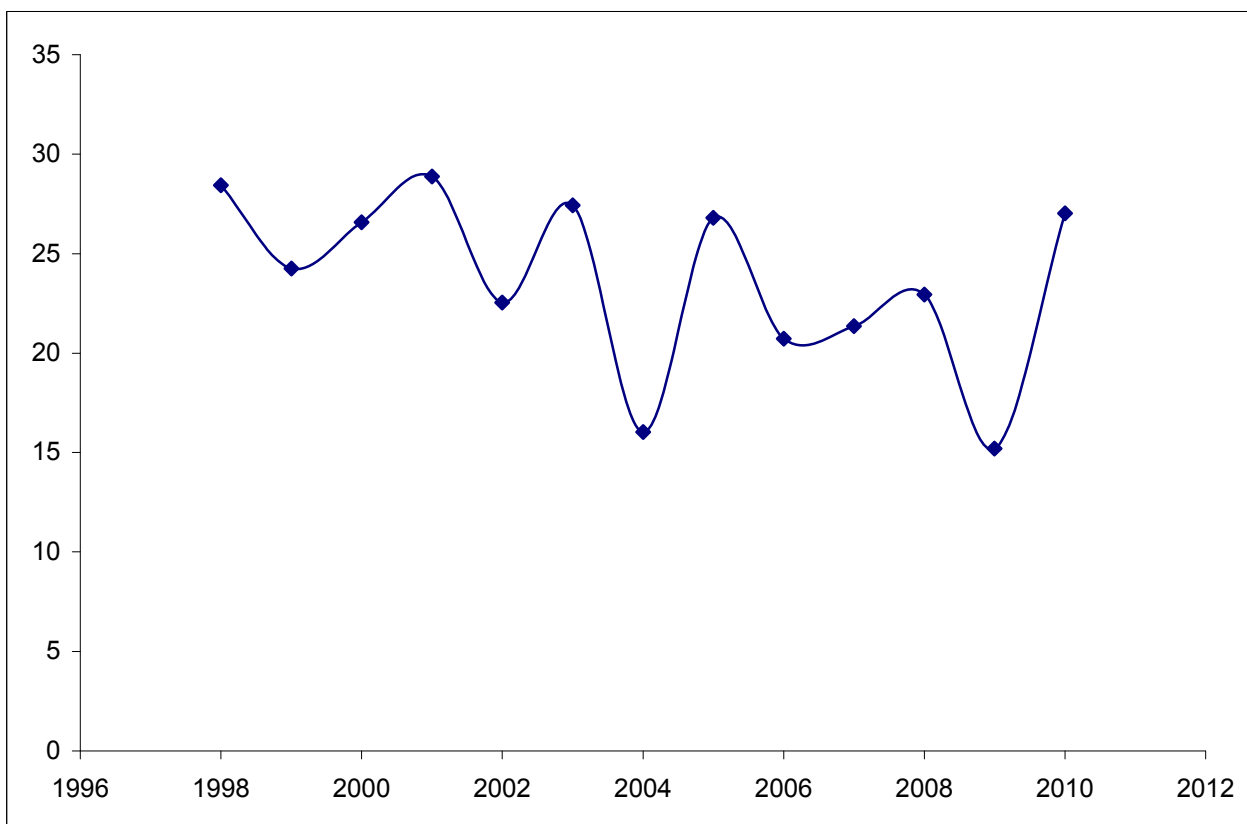


Рисунок 32 – Средняя за зиму высота снежного покрова (см)

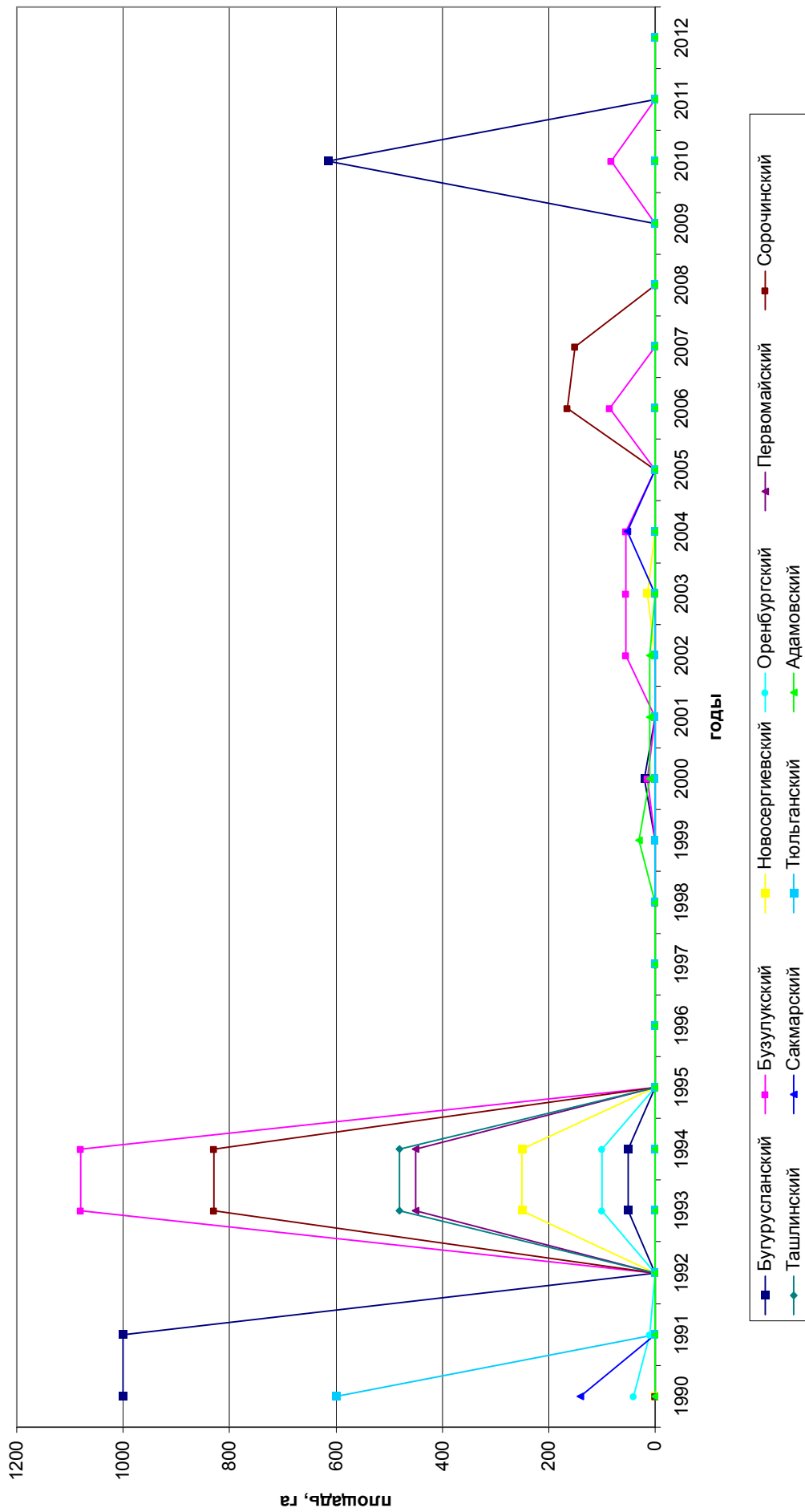


Рисунок 33 – Динамика очагов массового размножения зелёной листовёртки в лиственных насаждениях Оренбургской области в период с 1990 по 2012 гг.

В очаге массового размножения, находящемся в начальной фазе на площади 83 га, отмечена средняя степень дефолиации 25 – 50% на всей площади. Проведенный люминесцентный анализ яйцекладок филлофага показал, что 94% яиц были здоровыми, 6% – погибшими [307].

Таблица 16 – Состояние насаждений в очагах зелёной дубовой листовёртки

Степень повреждения насаждения	Длительность повреждения, лет	Повреждаемая порода	Ярус	Распределение деревьев по категориям состояния, % от запаса						Средневзвешенная категория состояния породы	Средневзвешенная категория состояния насаждения
				без признаков ослабления	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухой	старый сухой		
2010											
средняя	1	ДН	1	50	50	0	0	0	0	1,5	1,37
сильная	1	ДН	1	32	68	0	0	0	0	1,68	1,45
2011											
средняя	2	ДН	1	48	52	0	0	0	0	1,4	1,29
сильная	2	ДН	1	30	70	0	0	0	0	1,62	1,43
2012											
средняя	3	ДН	1	40	40	20	0	0	0	1,3	1,17
сильная	3	ДН	1	30	60	10	0	0	0	1,54	1,41
Среднее по степени повреждения и породе				38,3	56,7	0	0	0	0	1,5	1,35

ДН – дуб черешчатый низкоствольный

В таблице 16 приводятся данные о санитарном состоянии насаждений в очаге массового размножения зелёной дубовой листовёртки. В среднем 38,3% деревьев относится к категории без признаков ослабления, 56,7% деревьев дуба являются ослабленными, что подтверждает выводы о пионерном заселении ослабленных деревьев при вспышке массового размножения филлофагов [307].

В таблице 17 приводится распределение очага массового размножения зелёной дубовой листовёртки по фазам динамики численности. К 2012 г. произошел переход очага массового размножения во 2-ю фазу – нарастание численности.

Таблица 17 – Распределение очага зелёной дубовой листовёртки по фазам динамики численности

Лесничество	Площадь очагов, га				
	начальная фаза (1)	нарастание численности – продромальная (2)	собственно вспышка – эруптивная (3)	фаза кризиса – депрессии (4)	итого
2010					
Бузулукское	83	0	0	0	83
2011					
Бузулукское	83	0	0	0	83
2012					
Бузулукское	4	83	0	0	87

Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.). Самка довольно крупная, размах крыльев 50 – 70 мм, с тонкими пальчатыми усиками и с толстым брюшком. Передние и задние крылья белые с пятнистой бахромкой и тремя – четырьмя поперечными зигзагообразными темными линиями. Конец брюшка с желто-бурыми волосками. Самец резко отличается от самки: размах его крыльев 30 – 40 мм, передние крылья буро-серые с широкими прерывистыми поперечными линиями, темно-бурыми полосками и такой же каемкой по внешнему краю крыла, задние одноцветно-бурые с более темным краем и пятнистой бахромой, брюшко тонкое, усики перистые.

Яйца величиной 1 – 1,4 мм, почти круглые, сверху и снизу слегка приплюснутые, гладкие, вначале розоватые, затем желтеют и еще позже становятся серыми. Яйцекладка имеет вид бархатистой желтоватой или буроватой подушечки величиной 1,5 x 3 см, в которой яйца располагаются в несколько слоев и переслаиваются плотно волосками с брюшка. Яиц в кладке бывает от нескольких десятков до 1800 шт.

Взрослая гусеница длиной до 75 мм, серая, с малозаметными желтоватыми линиями вдоль тела. На спине ряды волосистых бородавок, на передней части – синего цвета, на задней – красного. Все тело покрыто волосками, которые, попадая на кожу человека, вызывают зуд.

Куколка величиной до 25 – 30 мм, темно-бурая, покрыта редкими пучками красноватых волосков.

Лёт бабочек происходит в июле – августе. Самки летают редко и медленно, в сумерки и ночью, на небольшие расстояния; самцы довольно подвижные, летают часто и днем, отличаясь характерным порхающим полетом. Яйца самки откладывают обычно в один, реже в два приема и после откладки яиц погибают. Яйцекладки хорошо заметны на коре и являются основным признаком, по которому судят о степени размножения филофага. Для откладки яиц самки выбирают в нижней части ствола укромные места: трещины коры в более затененной части, дупла и т.п. На старых деревьях с трещиноватой корой яйцекладок обычно больше, расположены они здесь иногда довольно высоко, особенно на нижней стороне толстых ветвей. В смешанных насаждениях яйцекладки непарного шелкопряда часто сосредоточены в большем количестве на старых деревьях сосны и берёзы, чем на дубе и грабе, основных кормовых деревьях. При массовом размножении непарного шелкопряда они могут встречаться буквально повсюду, не только на коре деревьев, но даже на тонких ветвях, листьях, подросте, на траве и земле. Яйца непарного шелкопряда легко переносят морозы до -40°C .

Гусеницы образуются в яйцах осенью, но выходят из них весной, когда начинают распускаться листья. Они прогрызают и съедают оболочку яйца, после чего 2 – 5 дней сидят возле мест отрождения, затем поднимаются в крону дерева и начинают повреждать листья. В случае тревоги или в поисках пищи молодые гусеницы выпускают паутину и благодаря длинным волоскам, которыми покрыто их тело, переносятся ветром на значительные расстояния, иногда на несколько километров. Вначале молодые гусеницы повреждают только мякоть листа, скелетируя листья и не затрагивая жилок, по мере роста они съедают листья почти целиком, кроме толстых жилок. Перелиняв 5 – 6 раз, гусеницы через 2 – 2,5 месяца после выхода из яиц окукливаются, и через 2,5 – 3 недели из куколок выходят бабочки, которые после спаривания сразу приступают к откладке яиц. Таким образом, генерация у непарного шелкопряда однолетняя.

Гусеницы непарного шелкопряда повреждают свыше 450 видов растений: деревья, кустарники, некоторые травянистые растения. Несмотря на многояд-

ность, он размножается в массе только при питании ивой, дубом, яблоней, грабом, грабинником, буком, берёзой, боярышником, лещиной или в насаждениях с преобладанием этих пород. Непарный шелкопряд может встречаться в значительном числе, попутно объедая их, на клёне зелёном и остролистном, на осокоре, липе, лиственнице. Временно могут питаться преимущественно гусеницы старших возрастов на белой акации, вишне, ильмовых, сосне. Совершенно непригодны, по мнению А.И. Воронцова, для питания непарного шелкопряда ясень, орех грецкий, груша лохолистная, софора, айлант [61].

Исследования показывают, что плодовитость непарного шелкопряда и выживаемость гусениц, особенно первых возрастов, зависит от качества корма. При питании гусениц ивой, дубом или яблоней развиваются крупные бабочки, способные откладывать до 1500 яиц, а при питании берестом – лишь 70 – 100 яиц. В различных климатических и почвенных условиях эти соотношения могут изменяться. При питании гусениц на одном и том же дереве, но в разные по количеству осадков годы выживаемость их может резко различаться. Это зависит как от изменения содержания определенных защитных веществ в самом дереве, так и от степени приспособления филлофага к питанию той или иной породой [303].

Чаще всего очаги массового размножения непарного шелкопряда возникают в изреженных и расстроенных насаждениях, в частности, порослевого происхождения, на участках, где проводилась неумеренная пастьба скота, в перестойных насаждениях и в плавневых лесах, подвергающихся резкому изменению режима влажности, в насаждениях, произрастающих на почвах, не соответствующих для роста данной породы. В насаждениях семенного происхождения, находящихся в оптимальных условиях роста, очаги непарного шелкопряда, как правило, не образуются.

Физиологическое ослабление древостоев на большой площади обычно является следствием сильных засух, охватывающих целые географические районы. Вызванное этим явлением снижение защитных веществ в растениях благоприятствует высокой выживаемости и как бы внезапному подъему размно-

жения филлофага в этих насаждениях.

При сильном повреждении листы гусеницами непарного шелкопряда снижается прирост деревьев на 30 – 40% и погибает урожай семян, повторные повреждения листы вызывают суховершинность и даже полное усыхание древостоя.

У непарного шелкопряда много врагов: синицы, пищухи, воробьи, мыши и другие мелкие позвоночные истребляют его яйца, гусениц уничтожают кукушки, скворцы, грачи и др. Насчитывается свыше 80 видов паразитов этого филлофага [61, 284].

Было отмечено, что при ежегодном проведении химической или биологической борьбы в очагах массового размножения филлофагов, паразитов и хищников в лесных экосистемах практически не наблюдалось.

Очаги массового размножения непарного шелкопряда распространялись повсеместно по территории Оренбургской области. В периоды вспышек массового размножения филлофаг занимал различные станции. Однако важно в этом случае выяснить, где именно он получает свое первичное развитие. Иными словами, выяснить насаждения резервации [298, 303, 307].

В отечественной и зарубежной литературе имеются данные о первичных очагах массового размножения насекомого.

Непарный шелкопряд исследовался в различных ареалах его распространения различными авторами [166, 255, 256, 260, 321, 47, 48, 57, 61, 144, 340, 341, 200, 237, 239, 175, 164, 135, 272, 206, 130, 159, 160].

В равнинных лесах европейской части России первичные очаги массового размножения возникали в изреженных насаждениях, в редирах и по опушкам более густых древостоев [47, 57, 61].

По данным А.Т. Науменко [237, 238], проводившего исследования в Молдавии, в сомкнутых высокополнотных дубравах непарный шелкопряд не обнаружен. Тогда как сомкнутые средневозрастные без подлеска порослевые дубравы повреждались шелкопрядом не более чем на 30%. Опушки средневозрастных порослевых дубрав без подлеска подвергались объеданию более чем

на 50%. Этот автор отмечает, что резервацией и источником расселения служили перестойные дубравы, а также единичные старовозрастные дубы на полянах и опушках. В этих дубравах яйцекладок непарного шелкопряда оказалось в 200 раз больше, чем в молодняках.

Другие авторы отмечают, что первичные очаги массового размножения непарного шелкопряда возникали в старых изреженных насаждениях, редианах, полевых защитных полосах [260, 144].

Очаги массового размножения непарного шелкопряда в Саратовской области распространялись в дубравах порослевого происхождения одноярусных чистых или с примесью липы, клёна, осины, берёзы в возрасте от 20 до 90 лет, полнотой 0,3 – 1,0 [204, 205]. По его данным, плотность шелкопряда в чистых низкополнотных порослевых дубравах была значительно выше, чем в высокополнотных с долей дуба менее 70%.

Другие авторы отмечают, что насаждения, в которых возникают первичные очаги массового размножения филлофага, обычно произрастают на бедных почвах, таких, как пески, солонцеватые суглинки [268, 61]. По их данным, особенно благоприятным фактором для массовых размножений непарного шелкопряда является приверженность к редким насаждениям без подлеска и подроста и однообразным травяным покровом (осоки, злаки). Инвазия непарного шелкопряда в Теллермановском лесном массиве Воронежской области была отмечена в пойменных и нагорных дубравах. Вспышки массового размножения шелкопряда в этом массиве прекратились в солонцовых и солонцеватых дубравах [144].

В горных лесах Алтая очаги массового размножения насекомого могут формироваться в пихтовых и лиственничных насаждениях. Но елью шелкопряд кормится вынужденно, только после полного объедания лиственных деревьев в очагах [144, 58, 61]. По данным этих авторов, вспышки массового размножения наблюдаются ежегодно в тех или иных частях ареала. Часто очаги носят местный характер и образуются на небольших площадях, иногда распространяются на больших пространствах, захватывая несколько ландшафтно-географических

зон. При этом часто формируются миграционные очаги, возникающие вследствие переноса бабочек. В период исследований очаги массового размножения насекомого возникали в древостоях со слабым развитием второго яруса и почвозащитного подлеска, наличием осоково-злакового травяного покрова, ослабленных рекреационной нагрузкой [130].

Для выявления стационального размещения непарного шелкопряда были подобраны насаждения на территории Оренбургской области, в которых размножался филофаг (Краснохолмское лесничество) [307].

В период исследования непарный шелкопряд доминировал над зелёной дубовой листовёрткой, которая также с незначительной численностью присутствовала на пробных участках.

Наилучшими условиями питания и размножения непарного шелкопряда в Оренбуржье являются чистые дубравы или с примесью сопутствующих пород до 20% в возрасте от 30 до 70 лет, полнотой 0,4 – 0,5, 1 яруса, V бонитета, тип леса С1, тип условий местопроизрастания – дубравы нагорные, узкомятликовые (табл. 18). Данные дубравы по происхождению порослевые, с дубом рано распускающейся формы, расположенные чаще всего в зоне частого посещения людьми (пойма р. Урал), где отмечается рекреационный стресс насаждений, в очагах мучнистой росы, ложного дубового или настоящего трутовика и сосудистого микоза дуба [307].

Жизненность непарного шелкопряда определяется главным образом тем, на каких древесных породах происходило выкармливание популяций.

Исключительная вредоносность насекомого связана с его полифагией. Известно более 450 видов растений, которыми питается непарный шелкопряд [284].

Как было установлено, непарный шелкопряд в условиях зонального экотона Южного Предуралья предпочитает дуб, при нехватке корма он может питаться тополем, плодовыми, берёзой, клёном, липой и другими лиственными породами.

Таблица 18 – Характеристика насаждений в очагах массового размножения непарного шелкопряда

Тип древостоя	Класс возраста	Средняя полнота	Ярус	Бонитет	Состав	Тип		Половой индекс (I)
						леса	условий местопрорастания	
Дубравы чистые или с примесью	3 – 7	0,4 – 0,5	I	V	5Дн3Лп2Кл +Ос+Б	С ₁	дубняк нагорный узкомятливый	0,9
	3 – 4	0,7	I	3	7Дн2Лп1Б	С ₁	дубняк волосистоосоковый	0,8
	3	0,7	I	4	8Дн1Б1Ос	С ₂	дубняк крапивный	0,7
	3 – 4	0,8	I	3	7ДнЗБ	С ₁	дубняк крапивный	0,7
	2 – 3	0,7	I	3	7Дн1КЛО2ЛП	С ₁	дубняк кленоволиповый (снытевый)	0,5
	2 – 3	0,7	I	3	4Дн4Б1ЛП1ОС	С ₂	дубняк волосистоосоковый	0,6
	1 – 2	0,6	II	3	7Дн2ОС1ОСК	С ₂	дубняк среднепойменный	0,5

С₁ – судубравы мезоксерофильные (сухие); С₂ – судубравы мезофильные (свежие)

В Алтае непарный шелкопряд был связан с ивой, акацией желтой, рябиной, черемухой [111]. В Зауралье его жизненный цикл связан с берёзой бородавчатой [264, 263]. Однако, как отмечает О.Г. Келус [149], попытке выкормить гусениц непарного шелкопряда хвойной породой – лиственницей – в Савальском лесхозе Воронежской области была отмечена стоцентная смертность гусениц. Питание гусениц 1 возраста какими-либо кормовыми растениями в дальнейшем вызывает отказ от питания другими растениями или слабое их поедание [144, 168, 121, 57].

Предпочтение кормовых растений способствует лучшему выживанию насекомого благодаря накопленным резервным питательным веществам, которые получила гусеница в период развития.

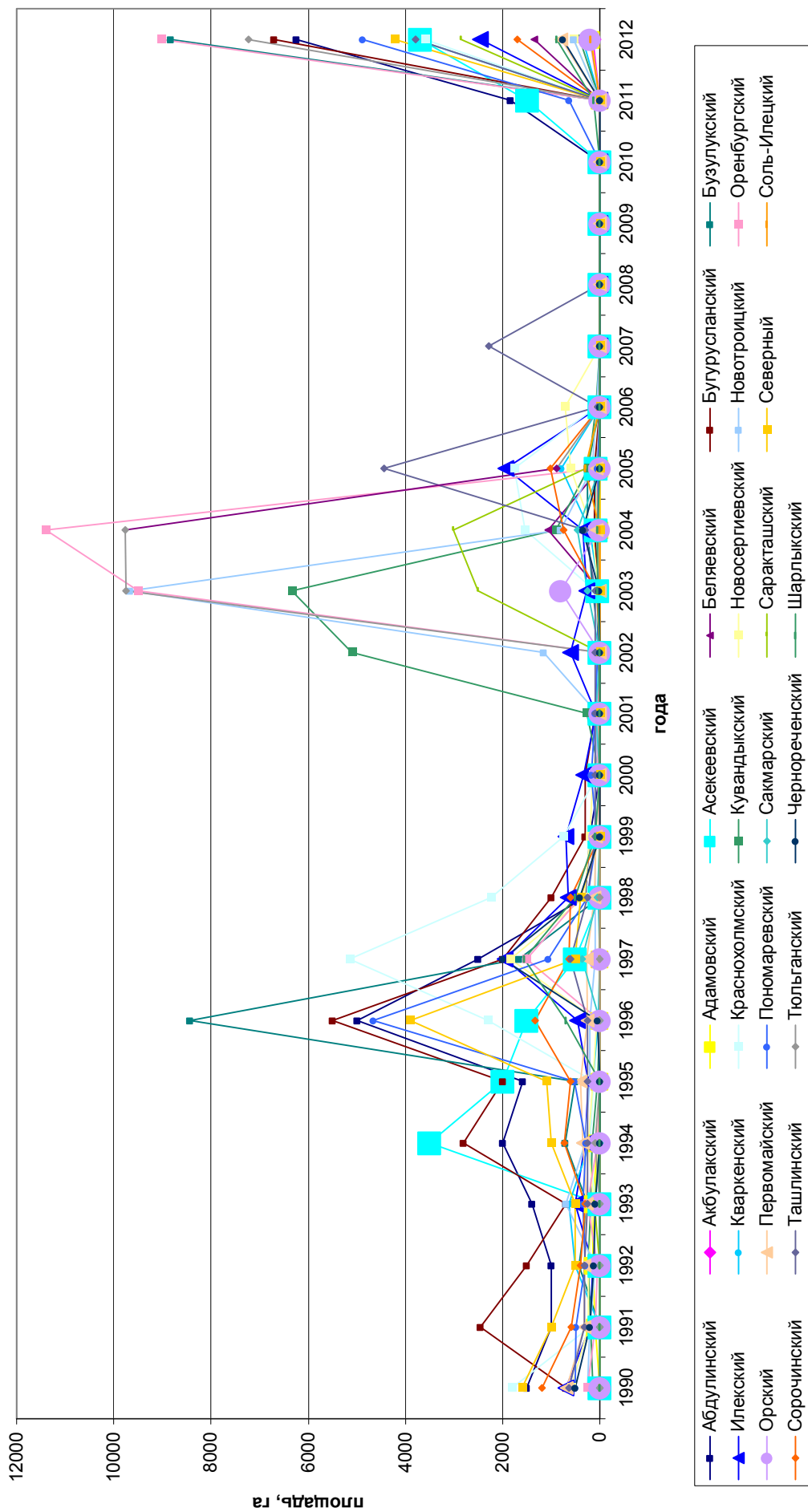


Рисунок 33 – Динамика очагов непарного шелкопряда в лиственных насаждениях Оренбургской области в период с 1990 по 2012 гг.

Согласно исследованиям В.В. Дубровина [106] было установлено, что вес куколок самок, их плодовитость и выживаемость насекомого после перезимовки меняются при выкармливании гусениц дубом черешчатым ранней формы, берёзой, клёном, липой, осиной, из чего можно заключить, что на определенных породах непарный шелкопряд проявлял выраженное предпочтение к определенным породам.

На территории Оренбургской области очаги массового размножения непарного шелкопряда встречаются во всех лесничествах. Это связано с полифагией в целом насекомого, с распространением листовенных насаждений и с благоприятными климатическими факторами. Особенно сильно филофагом заселяются западные и центральные районы области (рис. 33).

Златогузка (*Euproctis chryssorrhoea* L.). Бабочка снежно-белого цвета. Размах крыльев 30 – 40 мм. На конце брюшка самца пучок желто-бурых волосков, у самки – золотистых волосков. Яйца гладкие, шарообразные, сверху и снизу немного приплюснутые, с сетчатой структурой. Яйцекладка в виде золотисто-желтой вытянутой подушечки. Взрослая гусеница длиной до 45 мм, покрыта желто-бурыми волосками; вдоль спины проходит двойная красноватая полоса, по бокам по одной белой прерывистой полоске, на девятом и десятом сегментах тела по одной красной бородавке. Волоски гусеницы, попадая на тело человека, вызывают сильный зуд и воспаление. Куколка размером 25 мм, темно-бурая, в редком паутинистом коконе, на заднем конце имеется выступ с крючочками.

Бабочки летают вечером и ночью в конце июня – начале июля. Самка откладывает яйца на нижнюю сторону листьев, преимущественно в верхней части кроны. Каждая яйцекладка содержит 200 – 300 яиц, покрытых золотистыми волосками с конца брюшка самки. Через 2 недели из яиц выходят гусеницы, которые держатся группой и выгрызают мякоть листьев, не трогая жилок. Поврежденные листья гусеницы стягивают паутинками и в таком гнезде приготавливают плотные трубки из паутины, в которых зимуют во втором – третьем возрасте. Весной, когда набухают почки, гусеницы в солнечные дни выходят из гнезда и вначале сидят на самом гнезде, затем расползаются и начинают грызть

распускающиеся листья. В этот период они причиняют особенно большие повреждения, часто целиком оголяя насаждения. В конце мая гусеницы заканчивают развитие и окукливаются в кронах в редком коконе. Гусеницы обоего пола линяют 6 раз и проходят в процессе развития семь возрастов. Через 3 – 4 недели из куколок выходят бабочки. Генерация златогузки однолетняя.

Наиболее повреждаемыми златогузкой породами в условиях зонального экотона леса и степи Южного Предуралья являются дуб, особенно ранняя форма дуба черешчатого, яблоня, слива, вишня, абрикос, липа, клён, ива, из кустарников – боярышник, шиповник, терн. Значительно слабее она повреждает тополь, берёзу, ильмовые, совсем не трогает ясень, лещину.

В насаждениях зимней формы дуба черешчатого практически очагов массового размножения не образует. Златогузка часто размножается в массе на огромных территориях, особенно после засушливых лет, но и в годы не засушливые образует очаги массового размножения в насаждениях, расположенных вблизи населённых пунктов, в запущенных парках и садах, в полезащитных насаждениях, в лесах, где проводилась неумеренная пастьба скота и т.п.

Златогузку можно обнаружить в насаждении весной и в начале лета по поврежденным листьям и по наличию гусениц; в середине лета – по бабочкам, которые хорошо заметны и часто летят на свет, по золотистым яйцекладкам на нижней стороне листьев, но лучше всего осенью и зимой – по типичным гнездам гусениц на концах ветвей.

Златогузка широко распространена в Европе, в частности в европейской части РФ, а также в Азии, Африке; завезена она и в Америку, но очаги массового размножения образует преимущественно в средней и южной ее областях. Птицы неохотно едят гусениц златогузки, вероятно, из-за жгучих волосков.

Синицы часто разрывают зимние гнезда златогузки, и гусеницы погибают от мороза. Плохо сказываются на гусеницах также резкие колебания температуры [61, 284].

По данным проведенных исследований, развитие златогузки было приурочено в основном к дубравам порослевого происхождения с различной сте-

пенью сомкнутости крон деревьев. Однако в периоды вспышек массового размножения очаги ее распространялись и на другие насаждения, в составе которых преобладали клён остролистный, берёза, липа мелколистная. В подлесочных породах встречались также лесные яблоня и груша, а также клён татарский [307].

По данным ряда исследователей златогузка может распространяться в дубовых молодняках, культурах и полезащитных лесополосах, в степных и приовражных дубовых колках, в зарослях терновника, по южным опушкам в более сомкнувшихся и полных насаждениях [141, 237, 223, 224, 60].

А.В. Дунаев [110] рассматривал листогрызущих чешуекрылых насекомых, приуроченных к дубу ранней феноформы, дающих частые вспышки массового размножения в условиях Харьковской области Украины, которые в годы наблюдений оказывали прямое отрицательное влияние на состояние дуба, являющегося основной лесообразующей породой. А.В. Дунаевым [110] было установлено, что листогрызущие чешуекрылые насекомые оказывают определяющее влияние на радиальный прирост древесины дуба: вариация ширины годичного кольца в текущем году на 58% определяется вариацией степени текущего повреждения ими крон дуба. Средние ежегодные потери прироста древесины дуба в нагорных дубравах вследствие повреждения листвы листогрызущими чешуекрылыми оцениваются в 20,8%. Установлено, что листогрызущие чешуекрылые насекомые способствуют усыханию дуба: вариация отпада деревьев в последующие 1 – 2 года после года повреждения крон листогрызущими чешуекрылыми на 32% определяется вариацией степени текущего повреждения. После сплошного объедания дуба в дубовых древостоях усыхает в среднем 4 – 5% деревьев дуба.

А.М. Давлатов [89] на основе изучения морфологических особенностей установил, что у гусениц златогузок после каждой линьки, от первого до шестого возраста, изменяются длина тела, окраска, размер головной капсулы и другие признаки, по которым можно легко определить их возраст. Выяснено процентное соотношение гибели гусениц златогузок после выхода из зимовки. Ус-

тановлено, что численность златогузок значительно колеблется по высотным поясам. Оптимальные местообитания и благоприятные экологические условия для размножения златогузок расположены в горном лесном поясе на высоте 1400 – 1600 м над уровнем моря.

Приводя свои данные, А.И. Ильинский [141] отмечает, что вторичные очаги насекомого создавались в сомкнувшихся дубовых культурах и молодняках, в более полных и сохранившихся порослевых дубравах, лишенных почво-защитного подлеска и теневого яруса, в дубравах, расположенных по прогреваемым южным и юго-восточным склонам оврагов и балок.

Чтобы установить характер размещения филлофага в насаждениях Южного Предуралья, был произведен учет зимующих гнезд в зависимости от расстояния модельных деревьев от опушки. По полученным данным, приуроченность златогузки к освещенным местам проявлялась при изменении расстояния от опушки. Во всех случаях по мере удаления в глубь насаждения снижалось количество ее гнезд. Причем в искусственных молодняках дуба на расстоянии до 100 м число гнезд составляло 0,5 – 0,7 шт./дерево, более 100 м – отсутствовало совсем. В смешанных насаждениях порослевого происхождения количество гнезд на деревьях возрастало в зависимости от увеличения возраста и снижения полноты. Установлено, что златогузка тяготеет к низкополнотным насаждениям, состоящим из дуба черешчатого ранней формы порослевого происхождения с незначительной примесью сопутствующих пород. Наибольшее количество гнезд располагалось на деревьях, расположенных на расстоянии от опушки до 50 м [307].

В таблице 19 показано распределение очага массового размножения златогузки по фазам градации численности. Очаг массового размножения в 2004 г. на площади 52 га находился в продромальной фазе (нарастание численности), к 2007 г. 32 га очага массового размножения златогузки находилось в фазе собственно вспышки, 20 га – в фазе кризиса.

Таблица 19 – Распределение очага массового размножения златогузки по фазам градации численности

Лесничество	Площадь очагов по фазам градации, га			
	начальная фаза (1)	нарастание численности (2)	собственно вспышка (3)	фаза кризиса (4)
2004				
Краснохолмское	0	52	0	0
2005				
Краснохолмское	0	0	52	0
2006				
Краснохолмское	0	0	52	0
2007				
Краснохолмское	0	0	32	20

При проведении детального обследования (табл. 20, 21) отмечено, что степень дефолиации насаждений златогузкой в очаге в 2004 – 2007 гг. составила 95%, гусеницы, найденные в гнездах, оказались жизнеспособными на 94,5% [307].

Таблица 20 – Характеристика очага массового размножения златогузки

Лесничество / год	Фаза развития очага	Площадь очага, га	Степень повреждения насаждения		Фаза развития филофага	Единица учёта	Численность филофага, шт.			
			%	га			здоровые	больные	поврежденные	погибшие
Краснохолмское / 2004	2	52	100	52	22	шт. гнезд на дерево	100	0	0	0
Краснохолмское / 2005	3	52	100	52	22	шт. гнезд на дерево	98	0	2	0
Краснохолмское / 2006	3	52	100	52	22	шт. гнезд на дерево	93	0	3	4
Краснохолмское / 2007	3 - 4	52	80	52	22	шт. гнезд на дерево	87	5	5	3
Среднее			95				94,5	1,3	2,5	1,8

Примечание: фаза развития 22 – гусеницы в гнезде, фаза развития очага: 1 – начальная фаза; 2 – нарастание численности; 3 – собственно вспышка; 4 – кризис.

Таблица 21 – Распределение очага массового размножения златогузки по степени повреждения насаждений

Лесничество	Площадь очагов по степени повреждения, га				
	до 25%	25...50%	51-75%	более 75%	всего
2004					
Краснохолмское	0	0	0	52	52
2005					
Краснохолмское	0	0	0	52	52
2006					
Краснохолмское	0	0	0	52	52
2007					
Краснохолмское	0	0	20	32	52

В таблице 22 показана динамика санитарного состояния насаждений в очаге массового размножения златогузки в период с 2003 по 2004 гг. На территории Краснохолмского лесничества очаг массового размножения златогузки действует более 30 лет. В 2003 г. при полной дефолиации 14% деревьев были без признаков ослабления, 30% – ослабленные, 49% – сильно ослабленные, 3% – усыхающие, 4% – свежий сухостой. В 2004 г. отмечено увеличение площади очага массового размножения златогузки, появление участков со слабой до 25% дефолиацией и, как следствие, изменение категорий санитарного состояния. Так, в среднем, 52% относились к категории без признаков ослабления, 20% были ослабленными, 24,5% – сильно ослабленными, 1,5% – усыхающими, 2% – свежим сухостоем [307].

Таблица 22 – Состояние насаждений в очаге массового размножения златогузки

Степень повреждения насаждения	Длительность повреждения, лет	Повреждаемая порода	Ярус	Распределение деревьев по категориям состояния, % от запаса						Средневзвешенная категория состояния
				Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухостой	Старый сухостой	
2003										
Сплошная	30	Дн	1	14	30	49	3	4	0	2,53
2004										
Сплошная	30	Дн	1	14	30	49	3	4	0	2,53
Слабая	2	Дн	1	90	10	0	0	0	0	1,10
Среднее			1	52	20	24,5	1,5	2	0	1,8

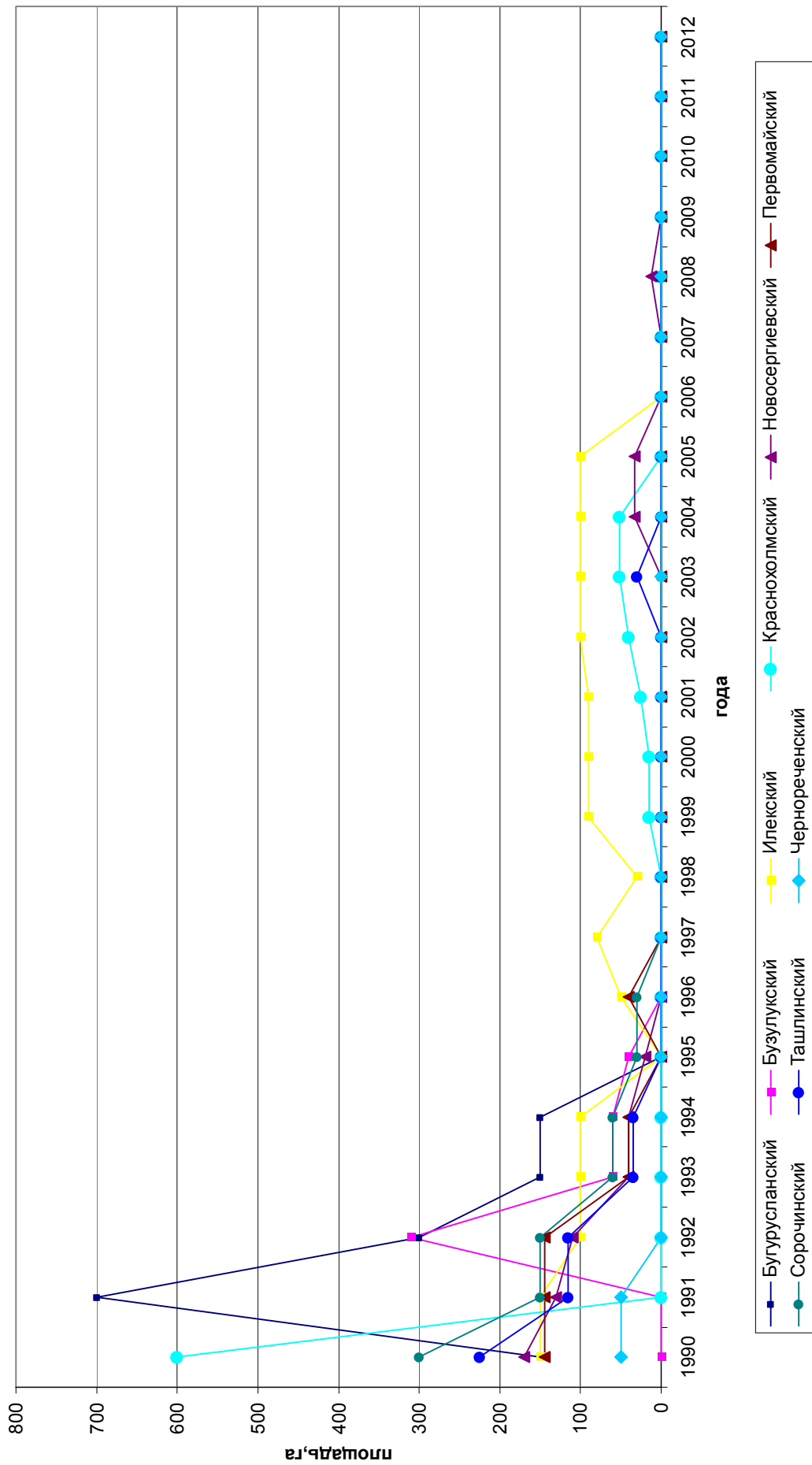


Рисунок 34 – Динамика очагов златогузки в лиственных насаждениях Оренбургской области в период с 1990 по 2012 гг.

На территории Оренбургской области очаги массового размножения златогузки встречаются во всех лесничествах. Особенно сильно филофагом заселяются западные и центральные районы области (рис. 34).

5.3 Вспышки массового размножения хвоегрызущих филофагов

На территории Оренбургской области периодически возникают вспышки массового размножения сосновых пилильщиков. Из ряда видов, отмеченных в сосняках Оренбуржья, особо опасными считаются рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoff.) и звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemoralis* Thoms.), часто дающие комплексные очаги массового размножения. На юге области к ним добавляется третий вид – красноголовый пилильщик-ткач (*Acantholyda erythrocephala* L.) [297, 302, 305, 296, 288, 307, 311].

Наибольшая площадь сосновых насаждений приходится на долю Кваркенского, Сорочинского, Бузулукского, Северного, Бугурусланского, Первомайского, Абдулинского районов, соответственно 6008; 4538; 3371; 1605; 1482; 12934; 1283 га (рис. 35).

Проведенными исследованиями установлено, что рыжий сосновый пилильщик встречается в 13 районах области, практически повсеместно за период исследований, давая две – три вспышки массового размножения. Так, наибольшая площадь очагов массового размножения приходилась на Первомайский район, очаг массового размножения с максимальной площадью отмечен в 1998 г. – 848 га. На следующий год после проведения истребительных мероприятий площадь очага массового размножения снизилась до 218 га, но очаг продолжал действовать до 2003 г. В 2004 г. филофаг появился на площади 345 га, но был подавлен химической борьбой. Вторая вспышка массового размножения отмечена в 2006 – 2007 гг. на площади соответственно 429 и 536 га.

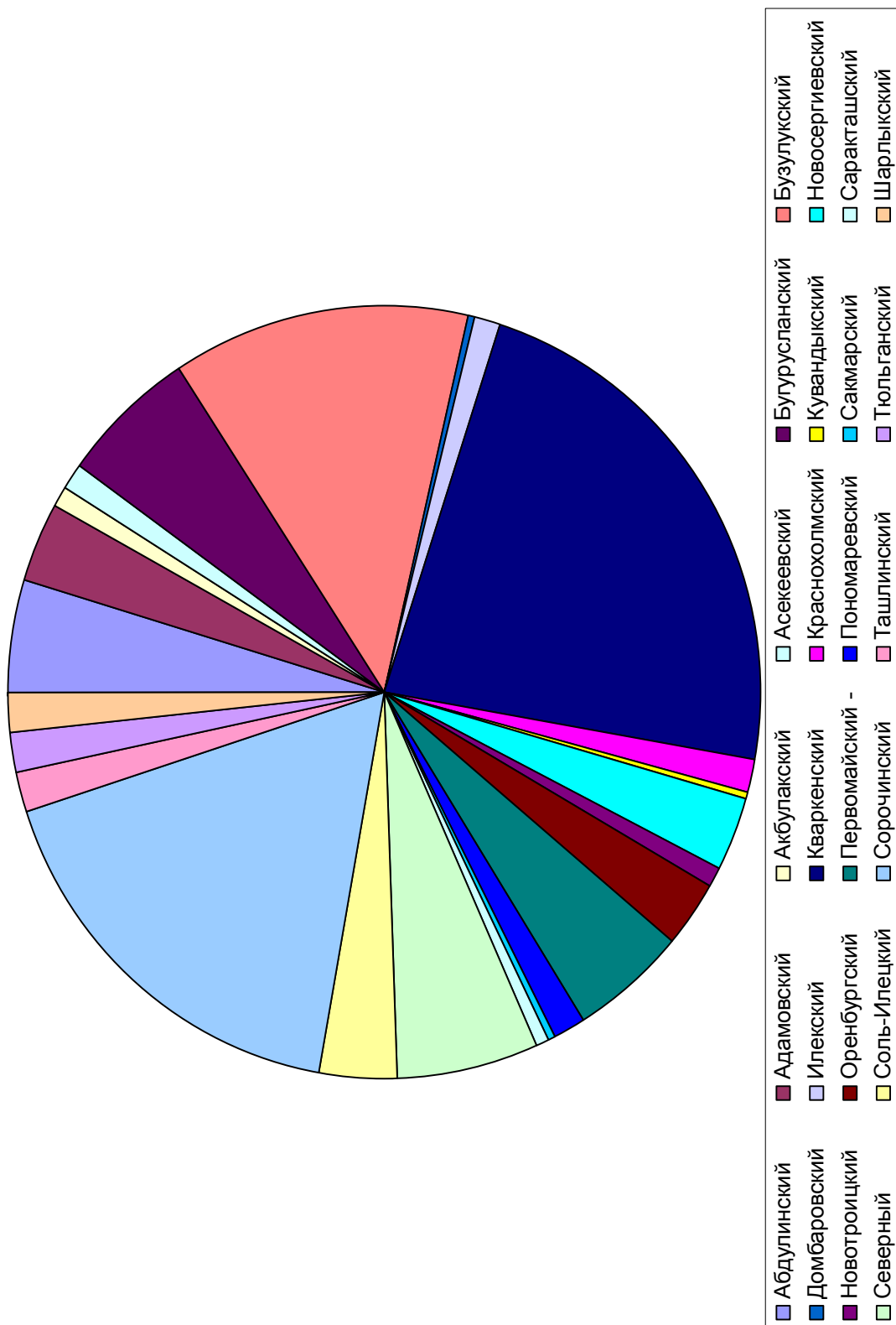


Рисунок 35 – Доля сосновых насаждений в лесном фонде Оренбургской области по лесничествам

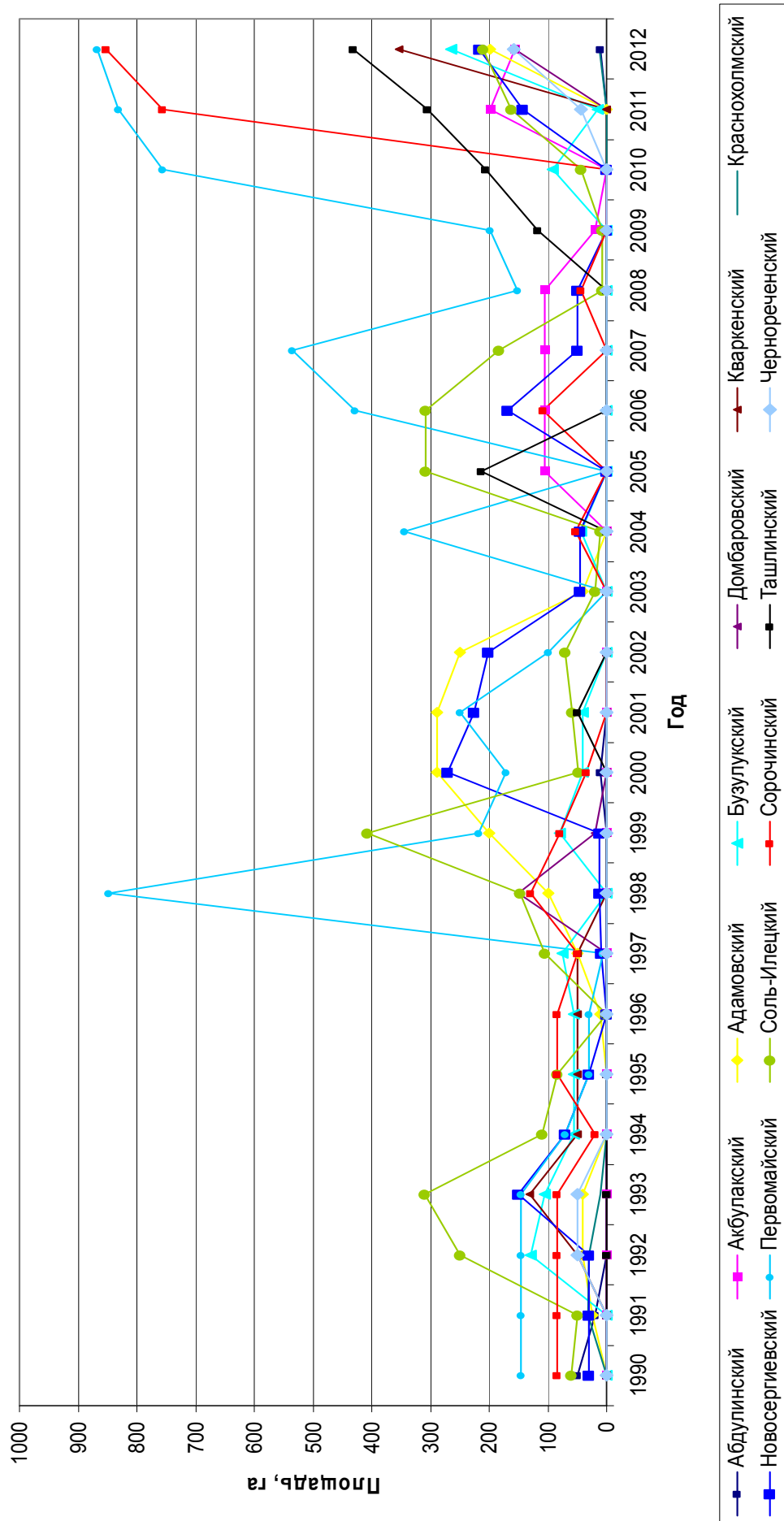


Рисунок 36 — Динамика очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика в сосновых насаждениях Оренбургской области за период с 1990 по 2012 гг.

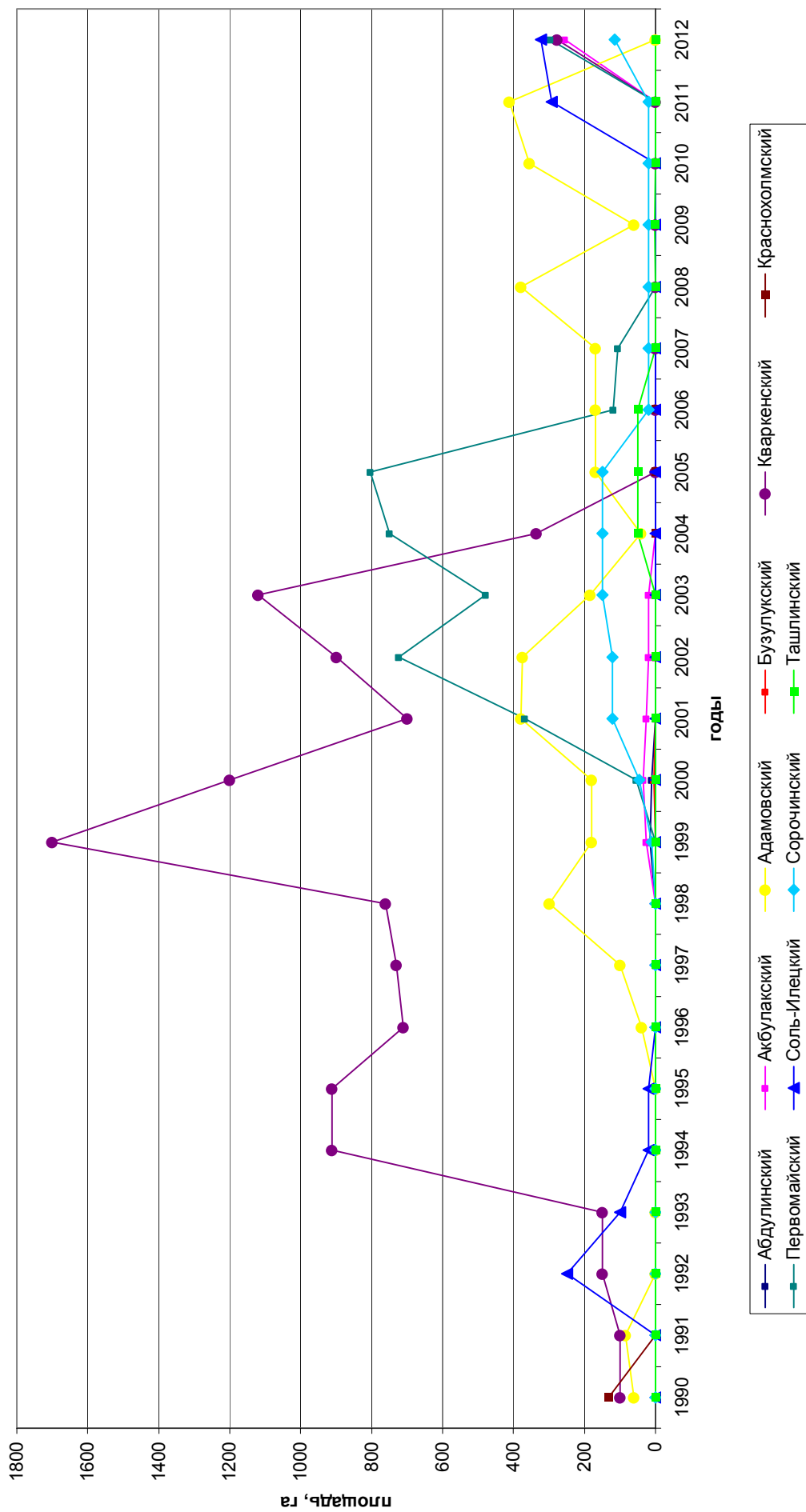


Рисунок 37 – Динамика очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача в сосновых насаждениях Оренбургской области за период с 1990 по 2012 гг.

На территории Соль-Илецкого района филлофаг отмечен постоянно. Увеличение площади очагов массового размножения наблюдалось в 1992 – 1993 гг., соответственно 250 и 310 га, в 1998 – 1999 гг. – 147 и 407 га, в 2005 – 2007 гг. – 309, 309 и 184 га.

В Адамовском районе рыжий сосновый пилильщик образовывал вспышку массового размножения с 1998 по 2002 гг., максимум площади очагов массового размножения приходится на 2000 – 2002 гг. – 288 га.

В Новосергиевском районе вспышка массового размножения отмечена в 1993 г. на площади 150 га, в 2000 г. – на площади 270 га, в 2006 г. – на площади 168 га (рис. 36) [296, 297, 305].

Выявлено, что звёздчатый пилильщик-ткач встречается в 10 районах Оренбургской области. Филлофаг за время исследований не формировал выраженных вспышек массового размножения, хотя в отдельные годы на территории ряда районов периодически увеличивал площадь очагов. Так, с 1990 по 2004 гг. на территории Кваркенского района пилильщик образовывал устойчивые очаги массового размножения в 1999 и 2000 гг., соответственно, на площади 1700 и 1200 га (рис. 37).

Значительно меньше по площади очаги массового размножения филлофага наблюдались в других районах. Так, в период с 1996 по 2009 гг. на территории Адамовского района действовал очаг массового размножения с максимальной площадью 380 га (2001), в период с 2000 по 2007 гг. на территории Первомайского района – 803 га (2005), в период с 1999 по 2010 гг. на территории Сорочинского района – 150 га (2003; 2004; 2005) (рис. 37) [305, 296, 297, 307].

Приведенные в таблице 23 данные показывают, что из двух видов хвоегрызущих пилильщиков наибольшее значение имеет звёздчатый пилильщик-ткач, что можно отметить по показателю средней ежегодной площади очагов массового размножения по данным многолетних наблюдений. Имея различные биологические особенности, эти пилильщики не конкурируют за территорию и пищевые ресурсы, поэтому, занимая различные экологические ниши, могут вредить практически повсеместно и одновременно [302].

Таблица 23 – Очаги массового размножения рыжего соснового пилильщика и звёздчатого пилильщика-ткача в Оренбургской области (га)

Период наблюдений, год	Показатель	Площадь очагов доминирующих видов, га	
		рыжий сосновый пилильщик	звёздчатый пилильщик-ткач
1990-1995	Сред.	550	498,2
	Мин.	333	184
	Макс.	1026	931
1996-2000	Сред.	768,2	1220
	Мин.	230	750
	Макс.	1387	1930
2001-2005	Сред.	552,8	1636,6
	Мин.	105	1172
	Макс.	912	2139
2006-2010	Сред.	759	301,4
	Мин.	343	82
	Макс.	1121	398
За весь период	Сред.	657,5	914,1

Отмечено, что в Оренбуржье очаги массового размножения рыжего соснового пилильщика всегда предшествуют очагам звёздчатого пилильщика-ткача. Так, вспышка массового размножения рыжего соснового пилильщика происходит раньше вспышки звёздчатого пилильщика-ткача, который в данный период находится в фазе минимума и подъема численности (продромальной фазе), затем, когда вспышка наблюдается у звёздчатого пилильщика-ткача, рыжий сосновый пилильщик переходит в фазу депрессии численности (рис. 38) [302].

5.4 Экологические особенности филофагов хвойных пород

Изучение особенностей биологии пилильщиков позволяет выявить некоторые закономерности их взаимоотношений в очагах. Эти закономерности часто ускользают от внимания лесопатологов и довольно редко становятся предметом изучения. Вместе с тем такие исследования помогут понять как причины формирования сложных очагов, так и верно наметить сроки и сами мероприятия по защите леса [288, 296, 297, 302, 305, 307, 311].

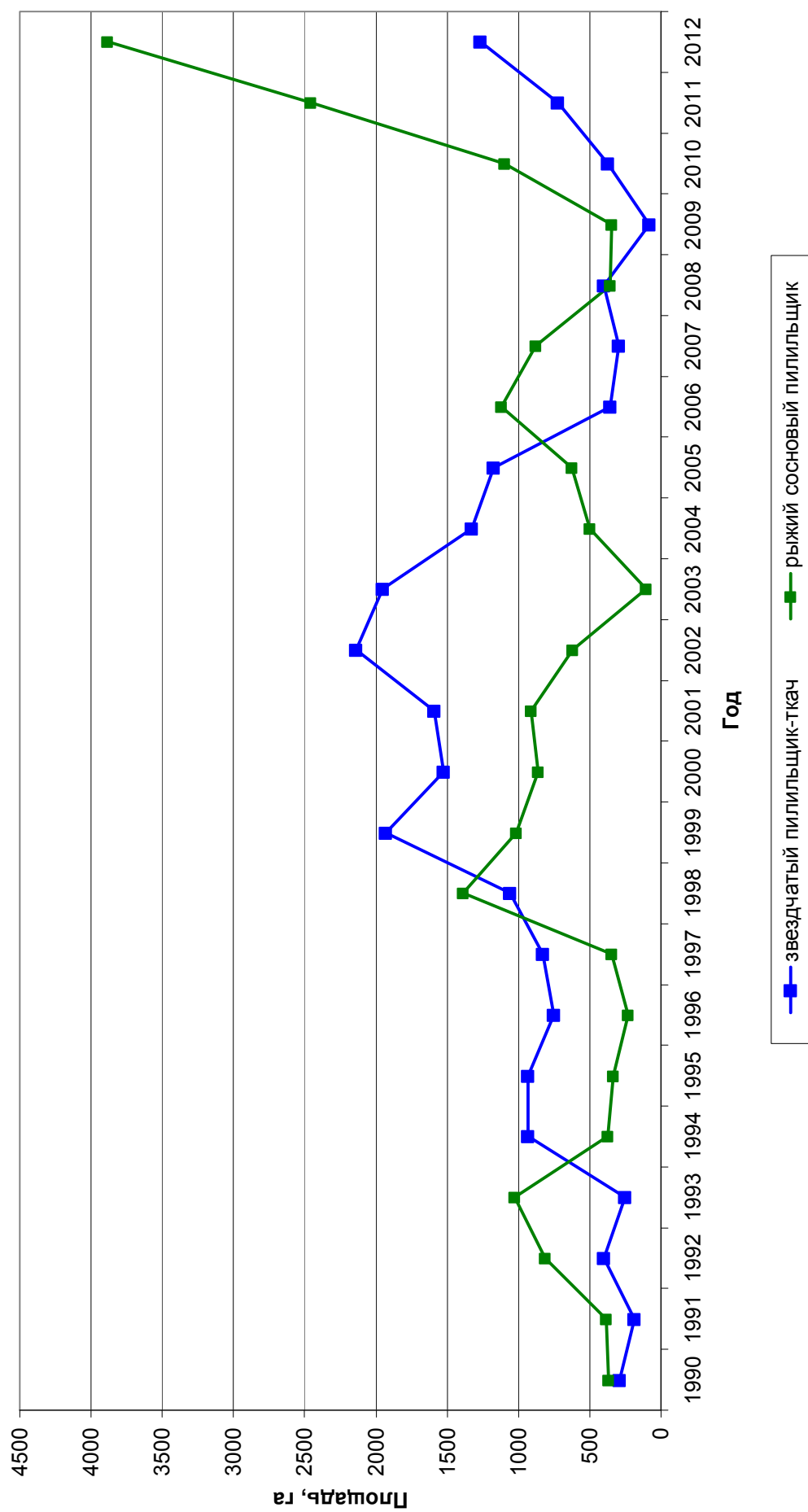


Рисунок 38 – Динамика очагов сосновых пилильщиков в насаждениях Оренбургской области

Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr.). Взрослые насекомые рыжего пилильщика отличаются от обыкновенного более тонким телом. Самка длиной до 9 мм, рыжая, самец длиной до 7 мм, черный. Личинка длиной до 26 мм, грязно-зелёная или зеленовато-серая, с более светлой полоской вдоль спины, с черной головой и восемью парами брюшных ног. Куколка свободная в буровато-желтом бочонковидном коконе, длиной 6 – 10 мм, толщиной 3,5 – 4 мм. Рыжий пилильщик широко распространен в сосновых молодняках в европейской части РФ, на Кавказе и в Сибири. Лет в августе – сентябре. Самка откладывает яйца в пропиленные щели в боковых краях хвоинок, но в отличие от предыдущего вида располагает их на расстоянии 1 – 1,5 мм одно от другого и не покрывает выделениями. Яйца удлинённые, беловато-зеленоватые. На хвоинках в тех местах, где отложены яйца, видны лишь небольшие утолщения и чуть заметно пожелтение. Отложенные яйца зимуют. Личинки выходят в мае и повреждают хвою до начала июля; питаются группами по 10 – 30 шт. Молодые личинки, как и у предыдущего вида, обгладывают мякоть хвоинок, оставляя нетронутой срединную жилку, поэтому поврежденные веточки на зелёном фоне крон хорошо выделяются в виде светлого пятна. Потревоженные, личинки резко поднимают переднюю часть тела кверху. В июле окукливаются в подстилке, редко на деревьях. Взрослые пилильщики вылетают в августе – сентябре. Генерация однолетняя. В северных областях зимуют частично яйца, частично закоконировавшиеся личинки. В последнем случае взрослые пилильщики летают весной. У рыжего пилильщика также бывает диапауза в стадии закоконировавшейся личинки, продолжающаяся обычно 1 – 2 года. Рыжий пилильщик заселяет сосновые молодняки в возрасте от 7 – 8 до 30 лет, редко может встретиться в более старых насаждениях. Вредит сосне обыкновенной и сосне Банкса. При массовом размножении причиняет сильный вред. На Северном Урале и в Сибири повреждает кедр сибирский разного возраста и даже предпочитает его сосне [61, 284].

По результатам исследований отмечено, что очаги рыжего соснового пилильщика на территории Сорочинского лесничества находятся в продромаль-

ной фазе с 2011 г. Средняя численность коконов-самок составила 5 шт./м². Половой индекс составляет от 1:1,9. Насаждения в очагах рыжего соснового пилильщика были дефолированы преимущественно в слабой и средней степени. В очагах, сформировавшихся в 2011 году в насаждениях Сорочинского лесничества, популяция пилильщика развивалась очень интенсивно. Так, абсолютное число здоровых коконов-самок составило от 6 до 14 шт./м², что создавало угрозу объедания насаждений в 2012 г. от средней до сильной, сплошной степени на 55 – 70% от площади очага. Более плотная численность пилильщика (12 – 17 коконов-самок/м²) в подстилке отмечалась в опушечной части заселённых насаждений, где прогнозируется сильная дефолиация древостоя. Было выяснено, что в динамике численности рыжего соснового пилильщика проходит 2-я фаза развития вспышки – рост численности (продромальная). Отмечено наличие большого запаса длительно диапаузирующих особей, которые определяют появление последующих промежуточных волн размножения (2013 – 2014 гг.) [302].

В динамических рядах площади очагов массового размножения рыжего пилильщика за 23 года отмечено относительное постоянство колебательного процесса в определенных границах, которые поддерживаются адаптивными свойствами взаимодействующих компонентов жизненной системы популяции филофага (рис. 36). На основании люминесцентного анализа было отмечено, что количество здоровых яиц в среднем составляет 81,7%, что так же указывает на фазу нарастания численности филофага (табл. 24).

Таблица 24 – Состояние яиц рыжего соснового пилильщика в Сорочинском лесничестве после перезимовки в 2011 – 2012 гг.

Лесничества участковые	Общее число про- анализированных яиц, шт.	Среднее число яиц на 1 хвоинку, шт.	Состояние яиц, % от общего числа	
			здоровые	погибшие
Тоцкое	310	11,92±0,6	242	68
Богдановское	520	13,9±0,3	456	64
Сорочинское	250	13,9±0,4	184	66
Средние данные	360	13,23±0,5	294	66

При анализе яйцекладок большая часть отнесена к категории здоровые, в Первомайском и Пономаревском лесничествах также отмечена категория повреждённые, соответственно 5,1 и 1,9%. Степень дефолиации сосны обыкновенной колебалась от 15% (Бузулукское, Грачевское, Новосергиевское, Пономаревское, Сорочинское) до 75% (часть кварталов Новосергиевского лесничества) [307].

При проведении детального анализа на ВПП отмечено, что в большинстве лесничеств Оренбургской области очаги массового размножения рыжего соснового пилильщика в 2012 г. находятся в продромальной фазе, в Новосергиевском лесничестве наблюдается собственно вспышка массового размножения, в Бузулукском лесничестве произошло затухание очага массового размножения и переход в фазу депрессии (табл. 25) [307].

Таблица 25 – Характеристика очагов рыжего соснового пилильщика на конец 2012 г.

Лесничество	Фаза динамики численности	Площадь очага, га	В том числе по степени повреждения насаждения		Численность филофага, шт.			
			га	%	здоровые	больные	поврежденные	погибшие
Бузулукское	4	15	15	до 15	31	0	0	0
Грачевское	2	1166,6	1166,6	до 15	2167	0	0	0
Новосергиевское	3	345,6	98,2	до 15	5228,8	0	0	0
			247,4	51-75				
Первомайское	2	967,4	967,4	26-50	2589	0	132	0
Пономаревское	2	424,6	424,6	до 15	10519,5	0	203,7	0
Сорочинское	2	925,4	925,4	до 15	4085	0	0	0
Чернореченское	2	43,6	43,6	26-50	2621,3	0	0	0

Примечание – единица учёта: ветвь, фаза развития филофага при учете – яйцо. Фаза динамики численности: 1 – минимум, 2 – нарастание, 3 – вспышка, 4 – депрессия

По результатам наблюдений можно отметить (табл. 26), что с 2010 г. существенно увеличилась площадь очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика в лесничествах Оренбургской области [298, 295, 300].

Таблица 26 – Распределение очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика по фазам градации численности

Лесничество	Площадь очагов массового размножения по фазам градации, га				
	начальная фаза (1)	нарастание численности (2)	собственно вспышка (3)	фаза кризиса (4)	всего
2008					
Акбулакское	0	106	0	0	106
Новосергиевское	0	0	0	50	50
Первомайское	0	152	0	0	152
Соль-Илецкое	0	0	0	8	8
Сорочинское	0	0	43	0	43
Итого					359
2009					
Акбулакское	0	20	0	0	20
Первомайское	0	198	0	0	198
Соль-Илецкое	0	8	0	0	8
Ташлинское	0	117	0	0	117
Итого					343
2010					
Ташлинское	0	0	205,7	0	205,7
Бузулукское	92	0	0	0	92
Соль-Илецкое	0	42,5	0	0	42,5
Первомайское	0	756	0	0	756
Итого					1096,2
2011					
Акбулакское	38,8	33	126	0	197,8
Бузулукское	0	0	0	15	15
Грачевское	42	145,9	0	0	187,9
Илекское	0	237,5	0	0	237,5
Новосергиевское	0	143,2	0	0	143,2
Первомайское	0	802,9	28,5	0	831,4
Соль-Илецкое	0	162,8	0	0	162,8
Сорочинское	0	757,3	0	0	757,3
Ташлинское	0	305,8	0	0	305,8
Чернореченское	0	43,6	0	0	43,6
Итого					2882,3
2012					
Бузулукское	0	0	0	15	15
Грачевское	0	1166,6	0	0	1166,6
Новосергиевское	0	0	345,6	0	345,6
Первомайское	0	967,4	0	0	967,4
Пономаревское	0	424,6	0	0	424,6
Сорочинское	0	925,4	0	0	925,4
Чернореченское	0	43,6	0	0	43,6
Итого					3888,2

Таблица 27 – Распределение очагов массового размножения рыжего
соснового пилильщика по степени повреждения насаждений

Лесничество	Площадь очагов массового размножения по степени повреждения, га				
	до 25%	25...50%	51-75%	более 75%	всего
2008					
Акбулакское	106	0	0	0	106
Новосергиевское	50	0	0	0	50
Первомайское	152	0	0	0	152
Соль-Илецкое	8	0	0	0	8
Сорочинское	43	0	0	0	43
2009					
Акбулакское	20	0	0	0	20
Первомайское	198	0	0	0	198
Соль-Илецкое	8	0	0	0	8
Ташлинское	117	0	0	0	117
2010					
Ташлинское	205,7	0	0	0	205,7
Бузулукское	92	0	0	0	92
Соль-Илецкое	42,5	0	0	0	42,5
Первомайское	0	756	0	0	756
2011					
Акбулакское	71,8	0	126	0	197,8
Бузулукское	15	0	0	0	15
Грачевское	187,9	0	0	0	187,9
Илекское	237	0	0	0	237
Новосергиевское	143,2	0	0	0	143,2
Первомайское	376,2	366,7	88,5	0	831,4
Соль-Илецкое	103,6	59,2	0	0	163
Сорочинское	757,3	0	0	0	757,3
Ташлинское	305,8	0	0	0	305,8
Чернореченское		0	43,6	0	43,6
2012					
Бузулукское	15	0	0	0	15
Грачевское	1166,6	0	0	0	1166,6
Новосергиевское	98,2	0	247,4	0	345,6
Первомайское	0	967,4	0	0	967,4
Пономаревское	424,6	0	0	0	424,6
Сорочинское	925,4	0	0	0	925,4
Чернореченское	0	43,6	0	0	43,6

Большая часть очагов массового размножения реализуется в продромальной фазе. Это увеличение очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика вызвано тем, что после засухи 2010 г. у сосновых насаждений области, ослабленных корневой и сосновой губкой, находящихся под постоянным

антропогенным прессингом, значительно была снижена резистентность к данному филлофагу (приложение 22).

Рассматривая распределение очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика по степени повреждения (табл. 27), можно отметить, что в период с 2010 г. качественно изменяется степень дефолиации филлофагом от слабой (повсеместно) до средней (Первомайское, Чернореченское лесничества) и сильной (Новосергиевское), что также указывает на качественные изменения очагов массового размножения филлофага, переходящих в продромальную фазу [302, 305, 307].

Звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemoralis* Thoms.=(*Tenthredo stelia* Chr.; *T. pratensis* F.; *Acantholyda pinivora* Ensl.; *Lyda posticalis* Mats.). Филлофаг сосновых насаждений. Распространён в европейской части РФ, Сибири и Казахстане. Массовые размножения этого насекомого отмечены в Украине и Белоруссии, на юго-востоке европейской части РФ, в Поволжье, Алтайском крае, Челябинской, Томской и Читинской областях. Очаги вспышек возникали в высокополнотных сосновых насаждениях преимущественно искусственного происхождения в 12 – 40-летнем возрасте, а также в естественных сосновых лесах среднего и более старших возрастов, относящихся к борам-беломошникам или к их комплексам с зеленомошниками. Генерация одногодочная, может удлиняться за счет диапаузы. Зимуют личинки в почве. Лёт взрослых ткачей начинается в мае и продолжается около месяца. Массовый лёт совпадает с началом пыления мужских колосков сосны обыкновенной. Самки откладывают яйца по 1 – 2 шт. сначала на хвоинки прошлого года, затем на подросшую хвою майских побегов. Плодовитость одной самки около 50 яиц. Через 2 – 3 нед. после откладки яиц из них выходят личинки. На побеге текущего года личинка образует гнездо из паутины, соединяя ею хвоинки с внутренней стороны. В паутинном гнезде личинка живет одна, но на побеге их может быть несколько. В первых двух возрастах развития личинки питаются молодой хвоей, объедая ее вначале с краев, а затем перегрызая. Недоеденная часть хвоинок остается в паутинном гнезде. Начиная с III возраста, личинки могут питаться ста-

рой хвоей. За 3 – 4-недельный период развития личинка-самка линяет 5 раз, самец – 4 раза. В конце июня – в июле личинки, закончив питание, покидают паутинные гнезда и спускаются в подстилку. В почве на глубине 15 – 25 см они превращаются в эонимф, построив земляную колыбельку. В конце августа – в сентябре часть эонимф превращается в пронимфы, которых легко отличить по имагинальным дискам, расположенным на височных частях головы. Окукливаются пронимфы на следующий год в мае. Куколка развивается 8 – 10 дней. Часть эонимф не превращается в пронимф и остается в состоянии диапаузы от 1 – 3 (в европейской части) до 7 (в Сибири) лет [61, 284].

Звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemorales* Thoms.) является распространенным филофагом сосны во многих частях ее ареала [151, 67, 345]. Причем вспышки его массового размножения происходят как в молодняках, так и в спелых и перестойных лесах. По-видимому, возникшие на больших площадях песчаных почв послепожарные молодняки сосны первоначально формируют сравнительно высокополнотные древостои. В возрасте 20 – 40 лет в таких молодняках складываются условия, благоприятствующие росту численности ткача и формированию его очагов. Очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача в таких условиях носят хронический характер, в них личинки филофага наносят неоднократные, иногда очень сильные повреждения кронам. В результате этого формируется разновозрастный древостой с оптимальной для данных условий полнотой. Аналогичный вывод получен также для очагов звёздчатого пилильщика-ткача, действовавших на юге Челябинской области [67].

В сложных очагах массового размножения нескольких видов хвоегрызущих пилильщиков преимущество в конкурентных отношениях при высокой численности особей при отсутствии воздействия хозяйственной деятельности человека имеет звёздчатый пилильщик-ткач в силу его способности находиться длительное время в состоянии диапаузы [307].

Установлено, что очаги звёздчатого пилильщика-ткача часто сопутствуют очагам массового размножения рыжего соснового пилильщика. Очаги массово-

го размножения звёздчатого пилильщика-ткача появляются в ослабленных сосняках, произрастающих на бедных, песчаных почвах, чаще в культурах. По-видимому, более правильным будет не проводить защитные обработки в данных насаждениях, а провести меры ухода за формирующимися древостоями с тем, чтобы их характеристики более полно соответствовали условиям произрастания.

Таблица 28 – Распределение очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача по фазам градации численности

Лесничество	Площадь очагов по фазам градации, га				
	начальная фаза (1)	нарастание численности (2)	собственно вспышка (3)	фаза кризиса (4)	всего
2008					
Адамовское	0	0	379	0	379
Сорочинское	0	0	19	0	19
Итого					398
2009					
Адамовское	0	0	0	60	60
Сорочинское	0	0	19	0	19
Ташлинское	0	3	0	0	3
Итого					82
2010					
Адамовское	0	0	354,8	0	354,8
Сорочинское	0	0	19	0	19
Итого					373,8
2011					
Адамовское	0	0	410,9	0	410,9
Сорочинское	0	0	19	0	19
Соль-Илецкое	37	0	255,8	0	292,8
Итого					722,7
2012					
Адамовское	0	0	436,7	0	436,7
Акбулакское	0	106	0	0	106
Первомайское	0	366,8	0	0	366,8
Соль-Илецкое	0	0	281	0	281
Сорочинское	0	0	19	0	19
Ташлинское	0	56	0	0	56
Итого					1265,5

По наблюдениям, сосновые пилильщики в насаждениях Южного Предуралья способны создавать комплексные очаги массового размножения. Этому способствует сильное ослабление сосновых древостоев, вызванное засухой

2010 г., низовыми пожарами, очагами стволовых и корневых гнилей, а также техногенным воздействием промышленных и добывающих предприятий Оренбургской области (приложение 19, 20, 21) [302, 305, 307].

В период с 2010 по 2012 гг. площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача существенно увеличилась до 1266 га. В настоящий момент часть очагов массового размножения филлофага находится в продромальной фазе (Акбулакское, Первомайское, Ташлинское лесничества), часть очагов перешло в эруптивную (Адамовское, Соль-Илецкое, Сорочинское лесничества) (табл. 28).

Таблица 29 – Характеристика очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача

Лесничество	Фаза развития очага	Степень повреждения		Фаза развития вредителя	Численность филлофага, шт.			
		га	%		здоровые	больные	поврежденные	погибшие
2008								
Адамовское	3	379	15	30	25/0	0	0	0
Сорочинское	3	19	50	30/40	33/46	0	0	0
2009								
Адамовское	4	60	10-15	40	10	0	0	0
Сорочинское	3	19	26-50	40	19	0	0	0
Ташлинское	2	3	10-15	40	5	0	0	0
2010								
Адамовское	3	354,8	до 15	40	4,1	0	0,8	0
Сорочинское	3	19	51-75	40	7,2	0	0	0
2011								
Адамовское	3	410,9	до 25	40	26,3	0	0	0
Соль-Илецкое	3	292,8	51-75	40	13,8	0	0	0
Сорочинское	3	19	51-75	40	5,2	0	0	0
2012								
Адамовское	3	436,7	до 15	40	3,1	0	0	0
Акбулакское	3	106	26-50	40	3	0	0	0
Первомайское	2	366,8	26-50	40	12,1	0	0,4	0
Соль-Илецкое	3	37	до 15	40	4,9	0	0	0
		21,6	16-25					
		1,4	26-50					
		221	51-75					
Сорочинское	3	19	26-50	40	1,6	0	0	0
Ташлинское	2	56	до 15	40	8	0	0	0

Примечание: единица учёта: площадка в подстилке размером 0,5 кв.м; фаза развития филлофага: 30 – зонимфы, 40 – пронимфы. Фаза динамики численности: 1 – минимум, 2 – нарастание, 3 – вспышка, 4 – депрессия

При проведении детального анализа отмечено, что в период с 2010 по 2012 гг. в большинстве лесничеств Оренбургской области очаги массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача находятся в эруптивной фазе, в Первомайском и Ташлинском лесничествах наблюдается продромальная фаза развития очага массового размножения (табл. 29).

При анализе эонимф и пронимф филлофага большая часть отнесена к категории здоровые. В Первомайском лесничестве присутствовали повреждённые эонимфы и пронимфы (3,3%). Степень дефолиации сосны обыкновенной в 2012 г. колебалась от единичной (Адамовское, Ташлинское лесничества) до сильной (Соль-Илецкое лесничество) [296, 297, 305, 307].

Таблица 30 – Распределение очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача по степени повреждения насаждений

Лесничество	Площадь очагов массового размножения по степени повреждения, га				Площадь очага, га
	до 25%	25...50%	51-75%	более 75%	
2008					
Адамовское	379	0	0	0	379
Сорочинское	0	19	0	0	19
2009					
Адамовское	60	0	0	0	60
Сорочинское	0	19	0	0	19
Ташлинское	3	0	0	0	3
2010					
Сорочинское	0	0	19	0	19
Адамовское	0	354,8	0	0	354,8
2011					
Сорочинское	0	0	0	19	19
Адамовское	0	410,9	0	0	410,9
Соль-Илецкое	0	0	295,8	0	295,8
2012					
Адамовское	436,7	0	0	0	436,7
Акбулакское	0	106	0	0	106
Первомайское	0	366,8	0	0	366,8
Соль-Илецкое	58,6	1,4	221	0	281
Сорочинское	0	19	0	0	19
Ташлинское	56	0	0	0	56

Рассматривая распределение очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача по степени повреждения (табл. 30), следует отметить, что в период с 2010 г. качественно изменяется степень дефолиации филлофагом от средней (повсеместно) до сильной (Соль-Илецкое лесничество). В 2011 г. отмечена сплошная дефолиация в насаждениях Сорочинского лесничества, что указывает на качественные изменения очагов массового размножения филлофага.

Таблица 31 – Состояние насаждений в участках с повышенной и очаговой численностью звёздчатого пилильщика-ткача (2012 г.)

Степень повреждения насаждения	Длительность повреждения, лет	Повреждаемая порода	Ярус	Распределение деревьев по категориям состояния, % от запаса						Средневзвешенная категория состояния породы	Средневзвешенная категория состояния насаждений
				без признаков ослабления	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухостой	старый сухостой		
Слабая	1	С	1	100	-	-	-	-	-	1,0	1,0
Средняя	3	С	1	44	32	17	6	1	-	1,94	1,94
Среднее				72	16	8,5	3,0	0,5	-	1,44	1,44

Установлено, что очаги массового размножения сосновых пилильщиков отмечены повсеместно и в естественных насаждениях сосны обыкновенной, и в сосновых культурах разного возраста, где встречается корневая или сосновая губка, или древостои ослаблены воздействием абиотических и антропогенных факторов (табл. 31). Так, на долю ослабленных древостоев в очагах массового размножения сосновых пилильщиков приходится 16%, сильно ослабленных – 8,5%, усыхающих – 3% и свежего сухостоя – 0,5% [307].

Заключение

В дубравах лесостепи и степи Южного Предуралья чаще всего образовывались очаги массового размножения с преобладанием зелёной дубовой листо-

вёртки (*Tortrix viridana* L.), непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), златогузки (*Euproctis chrysorrhoea* L.).

Кроме дубрав, перечисленные виды насекомых также встречались в насаждениях, состоящих из тополя черного, осины, берёзы (непарный шелкопряд), клёна ясенелистного, липы, вяза и других ильмовых (непарный шелкопряд, златогузка). Чаще всего вспышки массового размножения носят очаговый характер, распространяясь на больших площадях.

Очаги массового размножения непарного шелкопряда в период вспышек обнаружены во всех лесничествах Оренбургской области, кроме Домбаровского, где произрастают вяз и другие ильмовые (43%), клён ясенелистный (33%), тополь черный (20%). Очаги массового размножения златогузки обнаружены в 9 лесничествах, в состав пород которых обязательно входит дуб черешчатый, тополь черный, осина, берёза бородавчатая, реже ясень зелёный, вяз и другие ильмовые, клён ясенелистный.

Очаги массового размножения зелёной дубовой листовёртки встречаются на территории 10 лесничеств, в состав пород которых всегда входит дуб черешчатый, а также присутствуют тополь черный или осина, реже берёза бородавчатая, вяз и другие ильмовые, клён ясенелистный.

Резкий подъем численности нередко наблюдается у популяций, оказавшихся в новом местообитании [39, 41]. За период исследований вспышки массового размножения непарного шелкопряда отмечены в течение трех периодов: в 1996 – 97, 2003 – 04 гг. и с 2012 г., площадь которых с каждым разом становилась все больше. Причиной возникновения вспышки массового размножения сначала на западе, затем на востоке области следует считать более благоприятные климатические условия для размножения филлофага, а также ослабленное состояние дубовых насаждений.

Дубовые древостои Южного Предуралья представлены в основном порослевым происхождением, что отрицательно сказывается на санитарном состоянии деревьев. Дуб черешчатый на территории Оренбургской области заражен ложным дубовым трутовиком и настоящим трутовиком, вызывающим гни-

левые заболевания древесины ствола, что также способствует ослаблению деревьев. Территория восточной части области в большей степени страдает от весенних низовых пожаров, также оказывающих лимитирующее действие на жизнеспособность филлофагов, что подтверждается данными М.И. Хамидуллиной [338].

Вспышки массового размножения златогузки отмечены в 1990 – 91 гг. на территории Краснохолмского (600 га), Сорочинского (300 га), Ташлинского (225 га), Новосергиевского (170 га) и других лесничеств, которые в ряде лесничеств предшествовали массовому размножению непарного шелкопряда, дополнительно ослабляя насаждения.

Отмечены две вспышки массового размножения зелёной дубовой листовёртки в 1990 – 91 и 1993 – 94 гг. на территории Бугурусланского (1000 га), Тюльганского (600 га), Сакмарского (140 га) и Бузулукского (1080 га), Сорочинского (830 га), Ташлинского (480 га), Первомайского (450 га), Новосергиевского (250 га) и других лесничеств, которые в ряде лесничеств также предшествовали массовому размножению непарного шелкопряда. В дальнейшем численность зелёной дубовой листовёртки и златогузки в насаждениях Оренбургской области повышалась незначительно.

Причиной снижения численности златогузки можно считать естественные факторы, в первую очередь неблагоприятные климатические условия, а также жесткую конкуренцию с непарным шелкопрядом, как с более эврибионтным, лабильно-адаптивным видом.

Увеличение площади очагов массового размножения непарного шелкопряда, златогузки, зелёной дубовой листовёртки на территории Оренбургской области чаще всего совпадает с подъемом солнечной активности. Но если у непарного шелкопряда и зелёной дубовой листовёртки выражена явная цикличность появления вспышек массового размножения в пределах от 5 до 11 лет в условиях Южного Предуралья, то у златогузки этот цикл оказался более длительным.

У большинства массовых листогрызущих насекомых рост численности

связан с воздействием модифицирующих, в основном метеорологических факторов, которые действуют на состояние популяций непосредственно и косвенно, нарушая сбалансированное состояние биоценотических взаимосвязей.

В период вспышек массового размножения важную роль также играют температуры воздуха, складывающиеся в период лёта бабочек и откладки яиц перед зимним периодом. Нарастанию популяции многих листогрызущих филлофагов, находящихся в фазе яйца в период перезимовки (непарный шелкопряд), способствуют безморозные зимы. Лишь существенные отклонения минимальной температуры воздуха, особенно в январе, способствуют вымерзанию яйцекладок.

Массовые виды хвое- и листогрызущих насекомых с эруптивным типом динамики численности в течение градационного цикла проходят несколько последовательно сменяющихся состояний (четыре фазы развития): первую, или начальную, вторую, или фазу роста численности насекомого (продромальная фаза), третью, или фазу собственно вспышки (эруптивная фаза), и четвертую, или фазу кризиса.

Выход популяций филлофагов из состояния депрессии происходил в годы с засушливой, жаркой погодой в период развития гусениц и теплые зимы, способствующие выживанию зимующих фаз насекомых. Фаза подъема численности занимала, как правило, 1 – 2 года (максимум 3 года), и это сопровождалось резким увеличением плотностей популяций. В фазе кульминации вспышки происходило быстрое разреживание численности филлофагов, что, как показывает анализ, вызывалось воздействием биотических факторов регуляции (паразиты, болезни, конкуренция за пищевые источники и др.). Регуляция численности была сопряжена с эффектом запаздывания, благодаря чему вспышки имели широкий фазовый портрет. Продолжительность кульминации вспышки занимала 1 – 2 года. Переход из фазы кульминации в фазу кризиса вспышки занимал 1 – 2 года. В течение 2 – 3 лет вспышки массового размножения переходили из фазы кризиса в фазу депрессии. Фаза депрессии занимала 2 – 3 года. Общая продолжительность градационных циклов листогрызущих насекомых в Орен-

бургской области колебалась от 6 (зелёная дубовая листовёртка) до 10 (непарный шелкопряд) лет. Вспышки характеризуются широким диапазоном плотностей и коэффициентов размножения.

Анализы стациального распределения зелёной дубовой листовёртки показывают, что наилучшие условия для образования первичных очагов филофага сложились в чистых или с незначительной примесью сопутствующих пород пойменных и нагорных дубравах. Очаги массового размножения приурочены к дубу черешчатому ранней формы порослевого происхождения, угнетенного мучнистой росой дуба и общим длительным усыханием. Гусеницы в очагах массового размножения размещались в большей части в верхней и средней частях кроны деревьев, в меньшей степени – в нижней. Такая закономерность проявлялась при низкой численности насекомого. При высокой численности нами отмечено, что гусеницы распределяются равномерно, что подтверждается исследованиями В.С. Знаменского [126, 129].

В различных районах Оренбургской области динамика очагов массового размножения была различна. В первую очередь это связано с климатическими условиями районов и породным составом насаждений. Деревья, ослабленные гнилями, мучнистой росой, активнее заселяются филофагами.

Санитарное состояние насаждений в очаге массового размножения зелёной дубовой листовёртки в целом удовлетворительное. В среднем 41% деревьев относится к категории без признаков ослабления, 59% деревьев дуба являются ослабленными, что подтверждает выводы о пионерном заселении ослабленных деревьев при вспышке массового размножения филофагов.

Очаги массового размножения непарного шелкопряда распространялись повсеместно по территории Оренбургской области. В периоды вспышек массового размножения филофаг занимал различные станции. В период исследований непарный шелкопряд доминировал над зелёной дубовой листовёрткой, которая также с незначительной численностью присутствовала в насаждениях.

Наилучшими условиями питания и размножения непарного шелкопряда являются чистые дубравы или с примесью сопутствующих пород до 20% в воз-

расте от 30 до 70 лет, полнотой 0,4 – 0,5, 1 яруса, V бонитета, тип леса С1, тип условий местопроизрастания – дубравы нагорные, узкомятликовые.

Данные дубравы по происхождению порослевые, с дубом рано распускающейся формы, расположенные чаще всего в зоне частого посещения людьми, где отмечается рекреационный стресс насаждений, в очагах мучнистой росы, ложного дубового или настоящего трутовика и сосудистого микоза дуба.

На территории Оренбургской области очаги массового размножения непарного шелкопряда встречаются во всех лесничествах. Это связано с полифагией в целом филофага, с распространением лиственных насаждений и с благоприятными климатическими факторами. Особенно сильно насекомым заселяются западные и центральные районы области.

Развитие златогузки было приурочено в основном к дубравам порослевого происхождения с различной степенью сомкнутости крон деревьев. Однако в периоды вспышек массового размножения очаги массового размножения ее распространялись и на другие насаждения, в составе которых преобладали клён остролистный, берёза, липа мелколистная. В подлесочных породах встречались яблоня и груша лесные, а также клён татарский. Приуроченность златогузки к освещенным местам проявлялась при изменении расстояния от опушки. Златогузка тяготеет к низкополнотным насаждениям, состоящим из дуба черешчатого ранней формы порослевого происхождения с незначительной примесью сопутствующих пород. На территории Краснохолмского лесничества очаг массового размножения златогузки действует более 30 лет. В среднем, 52% деревьев относились к категории без признаков ослабления, 20% – ослабленным, 24,5% – сильно ослабленным, 1,5% – усыхающим, 2% – свежим сухостоем.

Климатические особенности Южного Предуралья со значительными колебаниями температур в зимний и летний периоды, периодически повторяющимися засухами, недостаточностью атмосферных осадков, развитие гнилевых болезней у дуба черешчатого порослевого возобновления неблагоприятно сказываются на произрастании насаждений в предельно жестких условиях, отягощенных неблагоприятным антропогенным воздействием, и создает условия для

дальнейшего ослабления насаждений и заселения филлофагами.

На территории Оренбургской области периодически возникают вспышки массового размножения сосновых пилильщиков. В сосняках Южного Предуралья особо опасными считаются рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoff.) и звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemoralis* Thoms.), часто дающие комплексные очаги массового размножения. На юге области встречается красноголовый пилильщик-ткач (*Acantholyda erythrocephala* L.).

Рыжий сосновый пилильщик встречается в 13 районах области, практически повсеместно реализуя две – три вспышки массового размножения. Звёздчатый пилильщик-ткач встречается в 10 районах Оренбургской области. Данный филлофаг за время исследований (1990 – 2012 гг.) не формировал выраженных вспышек массового размножения, хотя в отдельные годы на территории ряда районов периодически увеличивал площадь очагов массового размножения.

Из двух видов хвоегрызущих пилильщиков наибольшее значение для сосновых насаждений Южного Предуралья имеет звёздчатый пилильщик-ткач, что можно отметить по показателю средней ежегодной площади очагов массового размножения. Имея различные биологические особенности, эти пилильщики не конкурируют за территорию и пищевые ресурсы, поэтому, занимая различные экологические ниши, могут вредить практически повсеместно и одновременно. Очаги массового размножения рыжего соснового пилильщика всегда предшествуют очагам звёздчатого пилильщика-ткача. Вспышка массового размножения рыжего соснового пилильщика происходит раньше вспышек массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача, который в данный период находится в фазе минимума и подъема численности (продромальной фазе), затем, когда вспышка массового размножения наблюдается у звёздчатого пилильщика-ткача, рыжий сосновый пилильщик переходит в фазу депрессии численности.

У рыжего соснового пилильщика отмечено наличие большого запаса длительно диапаузирующих особей, которые определяют появление последующих промежуточных волн размножения. В динамических рядах площади очагов

массового размножения рыжего пилильщика присутствует относительное постоянство колебательного процесса в определенных границах, которые поддерживаются адаптивными свойствами взаимодействующих компонентов жизненной системы популяции филлофага. В 2012 – 2013 гг. в большинстве лесничеств Оренбургской области очаги массового размножения рыжего соснового пилильщика находятся в продромальной фазе, в Новосергиевском лесничестве наблюдается собственно вспышка массового размножения, в Бузулукском лесничестве произошло затухание очага массового размножения и переход в фазу депрессии.

Увеличение очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика вызвано тем, что после засухи 2010 г. у сосновых насаждений области, ослабленных корневой и стволовой губкой, находящихся под постоянным антропогенным прессингом, значительно была снижена резистентность к данному филлофагу. В период с 2010 г. качественно изменяется степень дефолиации филлофагом от слабой (повсеместно) до средней (Первомайское, Чернореченское лесничества) и сильной (Новосергиевское), что также указывает на качественные изменения очагов массового размножения филлофага, переходящих в продромальную фазу. В период с 2010 по 2012 гг. площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача существенно увеличилась до 1266 га. В настоящий момент часть очагов массового размножения филлофага находится в продромальной фазе (Акбулакское, Первомайское, Ташлинское лесничества), часть очагов перешла в эруптивную (Адамовское, Соль-Илецкое, Сорочинское лесничества) фазу. В период с 2010 г. качественно изменяется степень дефолиации филлофагом от средней (повсеместно) до сильной (Соль-Илецкое лесничество). В 2011 г. отмечена сплошная дефолиация в насаждениях Сорочинского лесничества.

Очаги массового размножения сосновых пилильщиков отмечены повсеместно и в естественных насаждениях сосны обыкновенной, и в сосновых культурах разного возраста, где встречается корневая или стволовая губка, или древостой ослаблены воздействием абиотических и антропогенных факторов. На

долю ослабленных древостоев в очагах массового размножения сосновых пильщиков приходится 16%, сильно ослабленных – 8,5%, усыхающих – 3% и свежего сухостоя – 0,5%.

Климатические особенности Южного Предуралья с периодически повторяющимися засухами, развитие гнилевых болезней у сосны обыкновенной неблагоприятно сказываются на произрастании насаждений и создают условия для дальнейшего ослабления насаждений и распространения очагов массового размножения хвоегрызущих филлофагов.

Исследования показывают, что в очагах массового размножения практически отсутствуют эффективные паразиты и хищники листо- и хвоегрызущих филлофагов, что связано с ежегодными обработками химическими и биологическими препаратами.

Основная экспериментальная и аналитическая работа, а также написание и публикация статей по данным разделам 5.1 – 5.4 были проведены диссертантом. Консультационная помощь была оказана Кулагиным Алексеем Юрьевичем, д.б.н., профессором (ФГБУН Институт биологии Уфимского научного центра РАН) и Колтуновым Евгением Владимировичем, д.б.н., профессором (Ботанический сад УрО РАН). Основные этапы работы были выполнены совместно с аспирантом Сагидуллиным Владимиром Раисовичем, инженером-лесопатологом" (филиал "ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Оренбургской области»), магистрантами и дипломниками.

ГЛАВА 6 ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИИ ЛИСТО- И ХВОЕГРЫЗУЩИХ ФИЛЛОФАГОВ В УСЛОВИЯХ ЗОНАЛЬНОГО ЭКОТОНА ЛЕСА И СТЕПИ

6.1 Особенности фенологии непарного шелкопряда

Непарный шелкопряд (*Limantria dispar* L.). Наиболее распространенный вид, наносящий колоссальный ущерб не только листовым насаждениям, но также опасен для плодовых деревьев и парковых насаждений [141, 144, 268, 22, 128, 129, 224, 362, 363, 267].

Однако существует ряд вопросов, изучение которых представляет большой интерес, прежде всего для производства. Ниже приводятся данные по фенологии шелкопряда, которые в настоящее время на Южном Предуралье изучены недостаточно.

Благодаря открытому образу жизни насекомые в активных фазах развития подвергаются непосредственному воздействию климатических факторов, благоприятствующих их питанию, росту, развитию, расселению и размножению или вызывающих большую смертность. Кроме того, они легко уязвимы для врагов и часто в большом количестве уничтожаются птицами, хищниками, паразитами, а также погибают от болезней. На фазе личинки (гусеницы) насекомые этой группы питаются хвоей или листвой, а в фазе взрослого насекомого не питаются совершенно. В связи с этим все процессы жизнедеятельности у взрослого насекомого протекают в основном за счет тех резервных питательных веществ, которые были накоплены в жировом теле личинки. Накопление этих веществ у личинок (гусениц) зависит от времени их отрождения и сроков питания, в период которого листья могут иметь различный биохимический состав тканей. Особенности питания личинок обуславливают изменчивость плодовитости и выживаемости потомства. Так, непарный шелкопряд в лесостепи испытывает угнетение при питании листьями липы, клёна остролистного и берёзы.

Таблица 32 – Показатели развития и прогноз появления фаз непарного шелкопряда в насаждениях Оренбургской области

Фаза развития	Прогнозируемая дата появления фаз			Срок развития фаз (фаза/дни)	Сумма среднесуточных положительных температур, °С
	мин.	сред.	макс.		
1 Первое появление гусениц	22.04	24.04	26.04	Гусеница/41	604±4,01
2 Массовый выход гусениц	14.05	17.05	20.05		
3 Появление первых куколок	28.05	03.06	07.06	Куколка/28	1202±15,7
4 Конец окукливания	30.06	06.07	08.07		
5 Появление первых имаго	26.06	30.06	10.07	Имаго/31	1901±1,7
6 Начало массового лёта имаго	12.07	19.07	23.07		
7 Конец лёта	26.07	01.08	05.08		

Согласно проведенным исследованиям появление первых гусениц в условиях Оренбургской области может происходить 24 апреля (табл. 32).

Массовый выход гусениц – 17 мая. Период развития гусениц в Оренбургской области длится в среднем 41 день при накоплении суммы среднесуточных положительных температур 604°С.

В природных условиях отрождение гусениц из яиц наблюдается одновременно с распусканием почек дуба черешчатого ранней формы.

По данным А.И. Ильинского [141], порогом для начала развития гусениц являются среднесуточные температуры, превышающие 6°С.

Было отмечено, что интенсивность питания гусениц и увеличение их веса происходит в насаждениях Оренбургской области с повышением температуры в диапазоне от +15°С до +28°С. Максимальное поедание корма наблюдается при температуре +26 – +28°С (засушливое лето). Дальнейшее повышение температуры вызывает угнетение гусениц шелкопряда, в результате чего снижается потребление ими корма.

Вес отдельных куколок непарного шелкопряда (самцов и самок) колеблется от 0,07 до 3,5 г.

По данным Э.В. Бартеневой и др. [30], существует зависимость между количеством корма, поедаемым одной гусеницей, и изменением ее веса в зависимости от температуры.

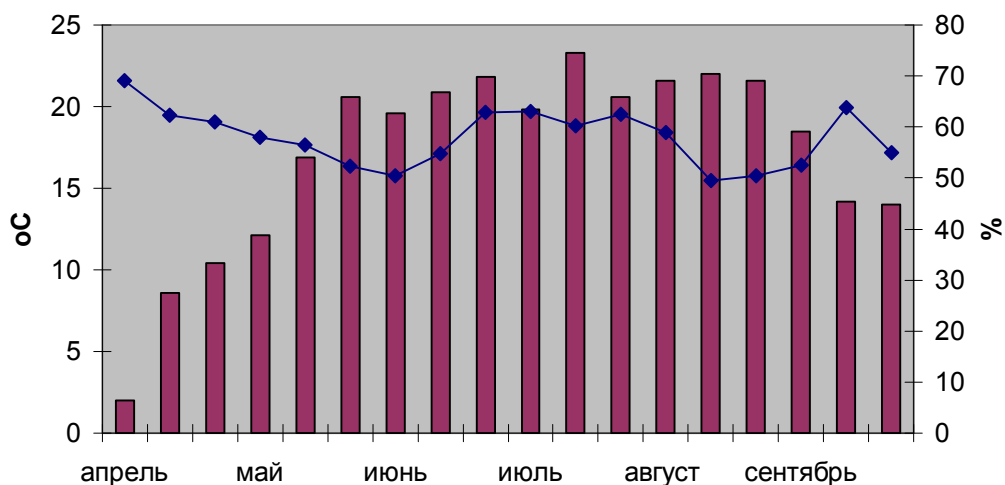
Гусеницы непарного шелкопряда приступают к питанию при температуре воздуха около $+10^{\circ}\text{C}$. По данным В.В. Страхова [320], В.Ф. Самарина [274], А.И. Воронцова [61], до зимовки питание и развитие гусениц в процессе эмбриогенеза запасными питательными веществами яйца протекает медленно, а весной интенсивно и зависит от температуры воздуха. При $20 - 30^{\circ}\text{C}$ развитие заканчивается в 30 – 44 дня. Оптимум влажности находится в пределах 40 – 75%.

Проведенные исследования позволили установить, что на развитие куколок шелкопряда в среднем уходит 28 дней с накоплением суммы среднесуточных положительных температур 598°C . Данные результаты совпадают с исследованиями В.В. Дубровина [106], которые автор проводил на территории Воронежской и Саратовской областей. В данном случае несколько меньшая сумма среднесуточных положительных температур, необходимая для полного развития насекомого или отдельных его фаз, в условиях Южного Поволжья связана с ГТК (гидротермическим коэффициентом) (в большей степени с более низкой влажностью). Прогнозируемая дата появления куколок – 06 июня. Лёт имаго филлофага происходил в период с первой декады июля по вторую декаду августа. Встречаемость фазы имаго наблюдалась от 33 дней при накоплении 699°C суммы среднесуточных положительных температур. По исследованиям А.И. Воронцова [61], лёт имаго наблюдался в июне – первой половине июля, а по исследованиям А.И. Ильинского [141] – в конце июля – начале августа.

Яйцекладка непарного шелкопряда в Оренбургской области осуществляется в самом низу ствола деревьев на высоте не более 50 – 65 см. При вспышке массового размножения яйцекладки встречались на подросте, подлеске, кустарнике, заборах, лесопиломатериалах в штабелях, на электрических столбах, стенах домов, холодных построек и прочее [309].

Общее развитие непарного шелкопряда в условиях Южного Предуралья протекает в течение одного года, сумма среднесуточных положительных температур в условиях резко континентального климата Оренбургской области с многочисленными возвратными похолоданиями весны и ранними заморозками

осени составляет 1900°C в среднем. По результатам исследований нами была составлена феноклимограмма развития непарного шелкопряда в зависимости от складывающейся метеообстановки (рис. 39).



Ме-сяцы		апрель			май			июнь			июль			август			сен-тябрь			октябрь			январь					
го-ды	I	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3		
											И	И	И	И														
													Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я		Я	Я	Я		
	I	Я	Я	Я	Я	Я																						
				Л	Л	Л	Л	Л	Л																			
							К	К	К	К																		

■ — температура по декадам, °C
 ◆ — относительная влажность воздуха по декадам, %
 Я — яйцо, Л — личинка-гусеница, К — куколка, И — имаго (бабочка)

Рисунок 39 — Феноклимограмма развития непарного шелкопряда в условиях Южного Предуралья

По данным П.И. Лямцева [205], плодовитость самок за длительный период исследований не превышала 300 яиц, а средняя масса яйца варьировала от 0,36 до 1,08 мг.

По А.И. Воронцову [61], плодовитость непарного шелкопряда колеблется по годам и географическим районам. В среднем одна самка откладывает от 300 до 450 яиц, а в отдельных случаях до 1200 яиц.

А.В. Ликвентов [196] рекомендует для прогноза выживаемости непарного

шелкопряда определять вес яиц. Если вес одного яйца 0,6 мг и меньше, происходит снижение численности филлофага, т.к. из мелких яиц отрождаются нежизнеспособные гусеницы. Если же вес яйца 0,8 – 0,9 мг, то произойдет рост численности шелкопряда. В течение года непарный шелкопряд развивался только в одном поколении.

6.2 Особенности фенологии златогузки

По данным Б.В. Добровольского [96], весь цикл развития златогузки начинается с фазы яйца и кончается взрослой фазой, достигшей половой зрелости, обозначается понятием поколение, или генерация. Свойственный насекомым высокий уровень обмена веществ обеспечивает им повышенную скорость роста и развития. Особенно это относится к более молодым, или эволюционно-прогрессивным, группам, нередко обладающим к тому же и особо малыми размерами тела. Златогузка зимует в стадии гусеницы II – III поколения в гнездах у 5 – 6 сплетенных листков и очень сильно прикрепленных на веточках.

Успешность зимовки зависит от развития жирового тела. Гусеницы младших возрастов гибнут при температуре ниже +5°C. С наступлением тепла рано весной гусеницы златогузки выходят из гнезд и выгрызают набухающие почки, позже объедают листья, обнажая деревья. В конце мая – начале июня они окукливаются. Начало лета и его длительность определяются погодными условиями года, но обычно лёт продолжается до поздней осени. Бабочки вылетают во второй половине июня – в июле, и самки сразу же откладывают яйца.

Лёт продолжается в сумерках и ночью очень активно. После отрождения гусеницы в июле – августе скелетируют листья по периферии кроны и стягивают в плотные мотки на концах веток, образуя в них зимние гнезда. Златогузка зимует в стадии гусеницы в плотном мотке из 5 – 6 листьев на конце веток или в опавшей листве. Эмбриональное развитие наблюдается при температуре 4,5°C [96].

По результатам исследований, златогузка в последние годы создает очаги

преимущественно в центральной и южной частях Оренбургской области, которые характеризуются более высокими температурами весенне-летнего периода, отсутствием возвратных похолоданий весны, когда гусеницы заканчивают питание и приступают к окукливанию [298].

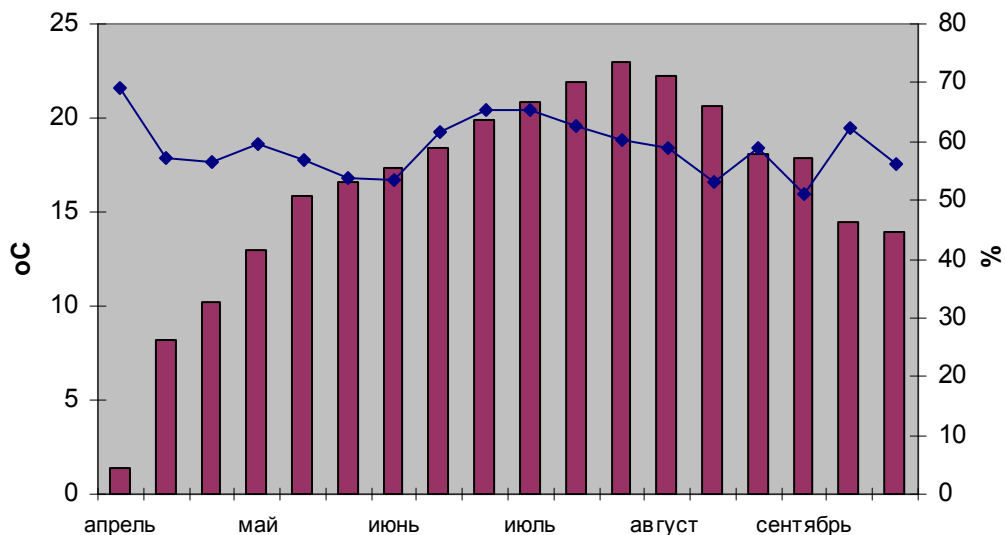
Таблица 33 – Показатели развития и прогноз появления фаз златогузки в насаждениях Оренбургской области

Фаза развития	Прогнозируемая дата появления фаз			Срок развития фаз (фаза/дни)	Сумма среднесуточных положительных температур, °С
	мин.	сред.	макс.		
1 Выход первых гусениц из гнезд после зимовки	22.04	25.04	29.04	Гусеница/40	402±4,7
2 Массовый выход гусениц из гнезд	24.04	27.04	02.05		
3 Появление первых куколок	31.05	03.06	08.06	Куколка/29	981±2,9
4 Конец окукливания	21.06	25.06	29.06		
5 Появление первых имаго	28.06	02.07	06.07	Имаго/29	1593±4,1
6 Начало массового лёта имаго	18.07	21.07	23.07		
7 Конец лёта	27.07	31.07	05.08		
8 Выход первых гусениц из яиц	30.06	04.07	07.07		
9 Массовый выход гусениц	14.07	17.07	22.07		
10 Первые гнезда	12.09	23.09	30.09		
11 Массовые гнезда	02.10	07.10	08.10		

Согласно исследованиям (табл. 33) на фазу гусеницы в среднем уходит 40 дней при накоплении 402°С сумм среднесуточных положительных температур воздуха. Выход гусениц из зимних паутинистых гнезд происходил в последней декаде апреля в среднем 25.04. Этот период мог затягиваться на 2 – 4 дня в связи с понижением среднесуточных температур до +5 – +10°С, что подтверждается неоднократными наблюдениями Б.В. Добровольского [96].

Колебания относительной влажности воздуха гусеницы златогузки переносят легко, оптимум находится в пределах 40 – 75% [96, 141, 268, 61].

Н.Н. Егоров [112] в своих работах отмечал, что златогузка в фазе гусеницы линяет шесть раз и проходит полных семь возрастов.



Ме- сяцы		апрель			май			июнь			июль			август			сен- тябрь			октябрь			январь			
го- ды	I	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3
									И	И	И	И														
											Я	Я	Я	Я												
											Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л
	I	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л																	
	I					К	К	К																		

■ – температура по декадам, °C
 ◆ – относительная влажность воздуха по декадам, %
 Я – яйцо, Л – личинка-гусеница, К – куколка, И – имаго (бабочка)

Рисунок 40 – Феноклимодиаграмма развития златогузки в условиях Южного Предуралья

За период исследований на фазу куколки уходит в среднем 29 дней. Сумма среднесуточных положительных температур воздуха составляла 579°C. Лёт имаго продолжался в среднем 29 дней при накоплении сумм среднесуточных положительных температур 612°C. Бабочки летали слабо, на небольшие расстояния, в основном при помощи ветра. Плодовитость бабочек колебалась от 231 до 497 яиц в кладке, средняя за период наблюдения составила 364 яйца.

По результатам исследований была составлена феноклимодиаграмма развития златогузки в зависимости от складывающейся метеобстановки (рис. 40).

По наблюдениям, генерация златогузки всегда была одногодная. Сумма

среднесуточных положительных температур, необходимая для полного завершения жизненного цикла, составила около 1600 °С.

6.3 Особенности фенологии зелёной дубовой листовёртки

Представляет большой интерес организация надзора за филлофагами и назначение защитных мероприятий, их конкретные сроки появления в зависимости от климатических и природных зон. Важно также установить связь сроков появления с накоплением сумм среднесуточных положительных температур, а также прогноз появления отдельных фаз онтогенеза. В связи с этим приводятся данные собственных исследований, которые помогут восполнить недостающие сведения по экологии фитофагов.

А.И. Воронцов [56], изучая зелёную дубовую листовёртку в Останкинской дубраве на территории Главного ботанического сада в Москве, установил, что на фазу гусеницы уходит 31,5 дня. Фаза куколки развивается в среднем 21,5 дня.

Другие авторы отмечают, что гусеницы листовёртки развиваются в течение трех декад, начиная с конца апреля, а фаза куколки длится 15 – 17 дней. В то время как лёт бабочек происходит в конце июня и длится около месяца [141, 51].

В работах В.В. Дубровина [103] указывается, что фенология всех фаз листовёртки напрямую связана с температурным режимом. Чем холоднее погода, тем продолжительнее каждая фаза. Так, на развитие фазы гусеницы при температуре в среднем 27 °С длительность фазы куколки составила в среднем 24 дня.

Имеются сведения, где указывается на связь сроков развития, состояния насекомого и его выживаемости в зависимости от метеорологических факторов [39, 40, 113, 56, 61, 11, 12]. Изучение этой связи имеет большое значение для выяснения причин колебания и прогнозирования численности насекомого.

Результаты исследований фенологических особенностей зелёной дубовой листовёртки в Оренбургской области показали, что сроки появления и продол-

жительность развития отдельных фаз соответствовали определенной величине накопленных сумм среднесуточных положительных температур, о чем свидетельствуют данные таблицы 34 [298, 297].

Таблица 34 – Показатели развития и прогноз появления фаз зелёной дубовой листовёртки в насаждениях Оренбургской области

Фаза развития	Прогнозируемая дата появления фаз			Срок развития фаз (фаза/дни)	Сумма средне-суточных положительных температур, °С
	мин.	сред.	макс.		
1 Первое появление гусениц	16.04	19.04	24.04	Гусеница/25	279±1,7
2 Массовый выход гусениц	22.04	24.04	29.04		
3 Появление первых куколок	09.05	13.05	18.05	Куколка/26	598±5,8
4 Конец окукливания	24.05	26.05	30.05		
5 Появление первых имаго	29.05	02.06	06.06	Имаго/24	1135±2,9
6 Начало массового лета имаго	10.06	14.06	18.06		
7 Конец лета	24.06	27.06	30.06		

В таблице 34 приведены полученные усредненные показатели развития насекомого по годам исследований. Период между первым появлением гусениц и куколок составил 25 дней и сопровождался накоплением сумм среднесуточных положительных температур 279°С. Гусеницы окукливались в свернутых листьях. Массовый выход гусениц происходил спустя 5 дней после начала их появления. Рассматривая результаты наблюдений за зелёной дубовой листовёрткой в Саратовской области [346], можно отметить, что развитие гусеницы в Оренбургской области происходит при накоплении меньшей суммы среднесуточных положительных температур. Также в более короткие сроки происходит и развитие куколки, что связано с более засушливым климатом Южного Предуралья.

Следует отметить, что завершение развития гусениц наступало в более ранние сроки в 1990, 2002; 2007 гг., более поздние – в 1993, 1994; 2006 гг. В 1991, 1995; 1996; 1998; 2001; 2004; 2005 гг. появление и дальнейшее развитие, как уже ранее отмечалось, происходило из-за засушливой погоды в апреле – мае, раньше обычных сроков. Похолодание 1992, 1999; 2000; 2002; 2007; 2008

гг. растянуло сроки развития гусениц листовёртки. Длительность фазы куколки составляла 20 дней. По полученным данным, окукливаются в первую очередь те экземпляры, которые в полной мере получили необходимое питание. По весу куколок можно определять состояние популяции листовёртки и фазу вспышки ее массового размножения.

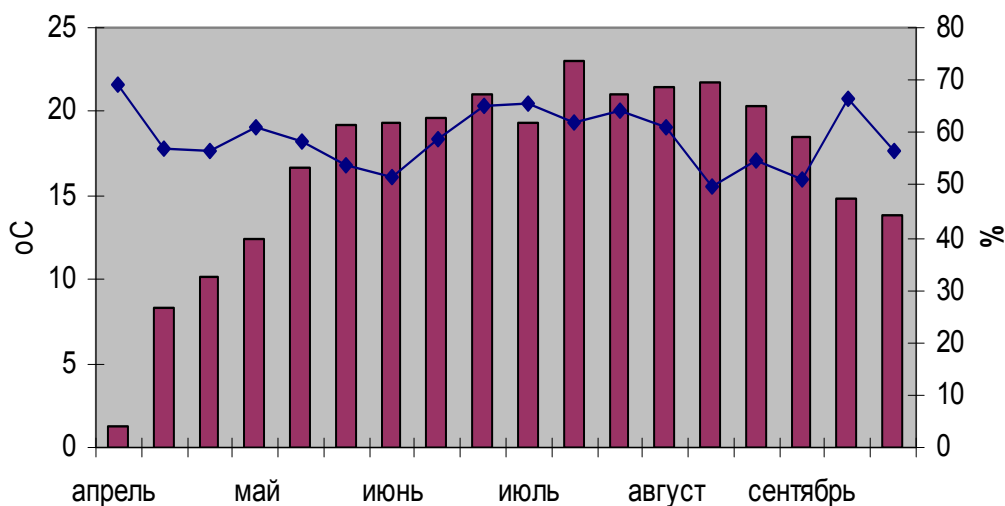
Так, по данным А.И. Воронцова [51], вес здоровых куколок самок изменяется от 0,018 до 0,08 г. По данным В.А. Ефремовой [115], этот вес колебался в зависимости от соотношения полов. При половом индексе популяции 0,40 вес куколок самок составлял 0,027 г, при индексе 0,67 – 0,045 г.

Установлено, что вес здоровых куколок самок составлял 0,052 г. Начало лёта бабочек происходило в первой декаде июня. Массовый лёт наблюдался спустя 10 – 12 дней. Лёт растягивался в среднем на две недели. Активность бабочек возрастала в сумеречные часы суток. По данным некоторых исследователей, бабочки хорошо летят на свет, проявляя положительный фототаксис [237, 141, 268].

По наблюдениям, яйцекладки бабочек по отношению частей кроны располагались в такой же последовательности, что и гусеницы. Большая их доля находилась в верхней и средней частях кроны. Плодовитость колебалась от 35 до 170 шт. яиц в зависимости от условий развития популяции (пойменные участки, опушки, массив).

В каждой яйцекладке, по полученным данным, содержалось от 2 до 3 яиц, прикрытых выделениями половых придаточных желез. Яйцекладки листовёртки стойко переносят зимние морозы. Лишь при температуре минус 30 – 35°C в январе – феврале происходит гибель подавляющего большинства гусениц в яйцах [113, 123, 258, 51, 268, 383, 376, 366, 378]. По данным других авторов, обычно выживаемость яйцекладок составляет 75 – 80% [268].

Генерация по данным всех исследований одногодная.



Ме- сяцы		апрель			май			июнь			июль			август			сен- тябрь			октябрь			январь					
годы	I	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				1	2	3
								И	И	И																		
								Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я				Я	Я	Я
	I I	Я	Я																									
			Л	Л	Л	Л	Л																					
						К	К	К																				

■ – температура по декадам, °C

◆ – относительная влажность воздуха по декадам, %

Я – яйцо, Л – личинка – гусеница, К – куколка, И – имаго (бабочка)

Рисунок 41 – Феноклимодиаграмма развития зелёной дубовой листовёртки в условиях Южного Предуралья

По результатам исследований была составлена феноклимодиаграмма развития зелёной дубовой листовёртки в зависимости от складывающейся метеобстановки (рис. 41).

6.4 Особенности фенологии рыжего соснового пилильщика

Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion (Diprion, Lophyrus) sertifer* Geoffr.) распространен в России от западной государственной границы до озера Байкал. Систематически и локально или эпизодически и на больших площадях в лесах различного происхождения, типов, полнот и возраста рыжий сосновый

пилильщик образует спонтанные очаги массового размножения, иногда совместно с другими видами пилильщиков-диприонид. На территории страны очаги пилильщика регистрируются почти ежегодно. В европейской части РФ основной кормовой породой рыжего соснового пилильщика является сосна обыкновенная, на Кавказе ложногусеницы встречаются на местных видах сосен, на Урале и в Западной Сибири пилильщик проявил себя опасным филлофагом кедра сибирского (*Pinus sibirica*). Рыжий сосновый пилильщик давно известен как филлофаг сосновых молодняков естественного и искусственного происхождения. В последние годы выяснилось, что он опасен в спелых и перестойных сосняках и кедровниках различной полноты и типа леса – от зеленомошников до торфяно-болотных. Лёт пилильщиков в лесах таежной зоны наблюдается в августе – сентябре, в лесах лесостепной и степной зон – в конце сентября и октябре. Крылатые насекомые встречаются от 7 до 10 недель [61].

По наблюдениям, рыжий сосновый пилильщик размножается с преобладанием самок, способных к факультативному аррентотокическому партеногенезу. Самки откладывают до 120 – 150 яиц на несколько соседних хвоинок на вершинах ветвей, образуя так называемые гнезда. Яйца зимуют. Ложногусеницы вылупляются весной. Характерная особенность пилильщика – стадный (колониальный) образ жизни ложногусениц, когда они, передвигаясь по веткам сосны, питаются в группах, располагаясь рядом по нескольку особей [301].

В индивидуальной жизни ложногусениц было выделено три периода. Первый период продолжается от выхода из яйца до третьей линьки. Ложногусеницы в этот период живут на тех пучках хвои, в которых были отложены яйца. Питаются, зазубривая хвоинки с краев. Во втором периоде, начиная с 4-го возраста до окончания питания, ложногусеницы в поисках пищи переползают на соседние ветви. Питание ложногусениц продолжается 4 – 6 недель, в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха. Третий период жизни ложногусениц проходит в коконах, которые чаще всего встречаются в лесной подстилке, но могут быть также в трещинах коры, в поверхностном слое почвы и, в исключительных случаях, в кроне дерева (1 – 2%).

Развитие эонимфы, по полученным данным, в естественных условиях зависит от температуры. В среднем от кокониования до вылета имаго проходит около месяца. Период развития эонимфы тем короче, чем длиннее был предшествующий период питания ложногусеницы. Третий период жизни ложногусеницы может затягиваться до 4 лет, в отдельных лесничествах Оренбургской области, по наблюдениям, даже до 5 – 6 лет. Количество эонимф, впадающих в состояние диапаузы, может составлять половину и больше общего числа коконов. Реактивация диапаузирующих эонимф в естественных условиях, по наблюдениям, происходит в июле – августе, прониимфы отличаются наличием так называемых куколочных глаз. Превращение в куколку начинается после появления прониимф. Развитие куколки продолжается около двух недель [301, 309].

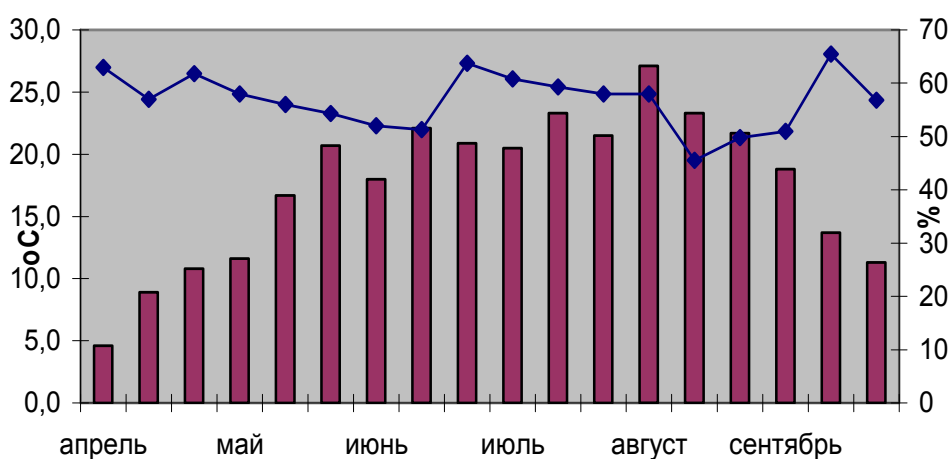
Завершив процесс питания, взрослые личинки на нитях паутины опускаются с дерева на землю и там, под подстилкой из хвои, превращаются в бочкообразные коконы золотистого цвета длиной от шести до двенадцати миллиметров. В них личинки преобразуются в куколки, из которых в августе вылетают взрослые насекомые. Вылетевшие из коконов самки и самцы начинают брачный лёт. После спаривания самка откладывает яички новой генерации на хвою.

Таблица 35 – Показатели развития и прогноз появления фаз рыжего соснового пилильщика в условиях Южного Предуралья

Фаза развития	Прогнозируемая дата появления фаз			Срок развития фаз (фаза/дни)	Сумма среднесуточных положительных температур, °С
	мин.	сред.	макс.		
1 Первое появление ложногусениц	22.04	27.04	30.04	Ложногусеница/36	536±2,9
2 Массовый выход ложногусениц	08.05	11.05	12.05		
3 Появление первых куколок	09.07	12.07	17.07	Куколка/13	732±4,1
4 Конец окукливания	24.07	30.07	02.08		
5 Появление первых имаго	24.07	28.07	31.07	Имаго/42	1368±1,7
6 Начало массового лета имаго	05.08	10.08	12.08		
7 Конец лета	12.09	26.09	02.10		

Первое появление ложногусениц из-под оболочки яйца в условиях Оренбургской области отмечено 27 апреля, массовый выход личинок наблюдается

спустя две недели – 11 мая. Сумма среднесуточных положительных температур развития ложногусеницы составляет 536°C (табл. 35). Окукливание рыжего соснового пилильщика происходит в период с 12 по 30 июля. Фаза куколки в среднем занимает 13 дней при сумме среднесуточных положительных температур около 196°C [301, 309].



Ме- сяцы	апрель			май			июнь			июль			август			сен- тябрь			октябрь			январь			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
годы	I													И	И	И	И	И							
														Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я			
		Я	Я	Я	Я																				
I				Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л													
							Э	Э	Э	Э															
										К	К	К	К	К	К										

■ – температура по декадам, °C
 ◆ – относительная влажность воздуха по декадам, %
 Я – яйцо, Л – ложногусеница, Э – эонимфа, К – куколка, И – имаго

Рисунок 42 – Феноклимодиаграмма развития рыжего соснового пилильщика в условиях Южного Предуралья

Появление первых имаго наблюдалось 28 июля, хотя массовый лёт рыжего соснового пилильщика происходит обычно 10 августа и продолжается до двух недель. Последние летающие имаго отмечены 29 сентября.

В условиях Южного Предуралья развитие рыжего соснового пилильщика

заканчивается с суммой среднесуточных положительных температур около 1400°C в среднем. Наиболее требовательны к теплу личинки ложногусеницы и имаго. В целом, по нашим наблюдениям, генерация рыжего соснового пилильщика всегда одногодная [301, 309].

По результатам исследований была составлена феноклимограмма развития рыжего соснового пилильщика в условиях Южного Предуралья в зависимости от складывающейся метеобстановки (рис. 42).

6.5 Особенности фенологии звёздчатого пилильщика-ткача

Звёздчатый пилильщик-ткач (*Acantholyda nemorales* Thoms.) – это один из широко распространенных филлофагов сосновых древостоев в России. В ряде регионов европейской части страны (Волгоградская, Ростовская, Тверская, Владимирская и др. области), Зауралья (Челябинская и Курганская области), Западной и Восточной Сибири (Омская и Читинская области, Алтайский край) и Казахстана у звёздчатого пилильщика-ткача отмечали крупные вспышки массового размножения, которые приводили зачастую к формированию хронических очагов. Это обусловлено наличием диапаузы и медленным действием комплекса энтомофагов. У личинок и прониимф бывает значительная смертность от мускардиноза. Генерация одногодная, может удлиняться за счет диапаузы [337, 74, 95].

По наблюдениям (табл. 36), первое появление ложногусениц после лёта самок и откладки яиц наблюдается 26 мая, массовый выход личинок происходит 10 июня. Питание ложногусеницы происходит до накопления 344°C сумм положительных температур в течение 23 дней, после чего ложногусеница уходит в подстилку для зимовки в земляной колыбельке. Появление весной первых куколок отмечено 22 апреля, массовое окукливание происходит 2 мая, отдельные ложногусеницы заканчивали окукливание, по наблюдениям, 21 мая. Фаза куколки продолжается в среднем 15 дней, при этом сумма положительных

среднесуточных температур составляет 226°C [301, 309].

Массовый лёт имаго происходит 24 мая. Имаго в природе существуют, по наблюдениям, около 28 дней. Конец лёта, как правило, происходит в 1 декаде июня. Фаза яйца продолжается около 17 дней, что значительно дольше эмбрионального периода, описанного Ю.И. Гниненко [70, 67].

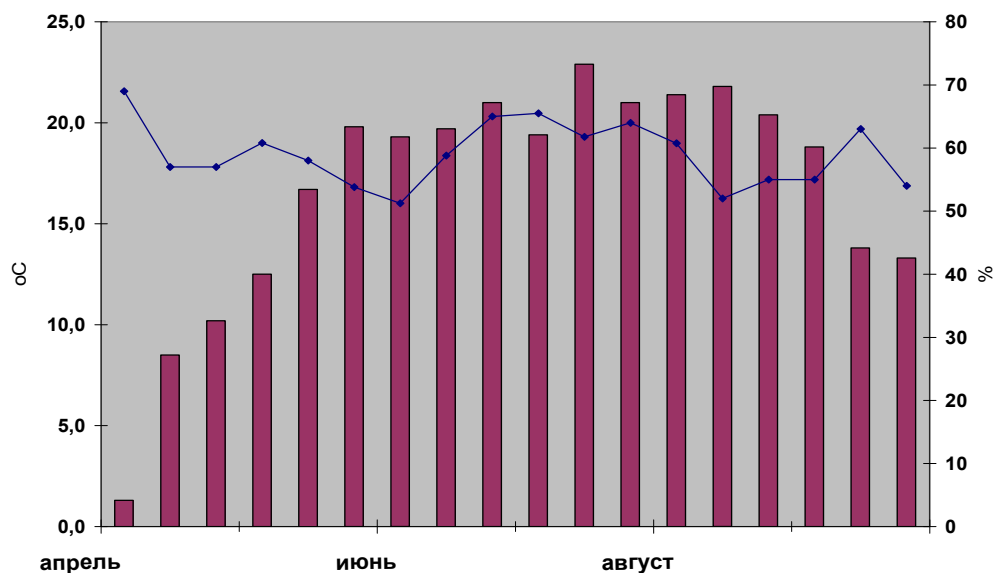
Это связано с частыми возвратными весенними холодами или в отдельные годы с низким ГТК мая – июня.

Таблица 36 – Показатели развития и прогноз появления фаз звёздчатого пилильщика-ткача в условиях Южного Предуралья

Фаза развития	Прогнозируемая дата появления фаз			Срок развития фаз (фаза/дни)	Сумма среднесуточных положительных температур, °С
	мин.	сред.	макс.		
1 Первое появление ложногусениц	16.05	26.05	03.06	Ложногусеница/23	344±3,5
2 Массовый выход ложногусениц	25.05	10.06	25.06		
3 Появление первых куколок	19.04	22.04	27.04	Куколка/15	570±4,7
4 Конец окукливания	16.05	21.05	24.05		
5 Появление первых имаго	01.05	07.05	11.05	Имаго/28	988±3,5
6 Начало массового лета имаго	19.05	24.05	28.05		
7 Конец лёта	01.06	05.06	07.06		
8 Фаза яйца	08.05	04.06	09.06	Яйцо/17	1246±2,3

В условиях Южного Предуралья развитие звёздчатого пилильщика-ткача заканчивается с суммой среднесуточных положительных температур около 1300°C в среднем. В целом, по наблюдениям, генерация звёздчатого пилильщика-ткача всегда одногодная [301, 309].

Кроме того, отмечена способность ложногусениц звёздчатого пилильщика-ткача впадать в длительную диапаузу, продолжающуюся иногда 7 – 8 лет, что в условиях лесостепной и степной зон способствует формированию хронических очагов, в которых высокая численность особей ткача обеспечивает сильную дефолиацию крон в течение нескольких лет подряд.



годы	апрель			май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь			январь				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
I				И	И	И	И																			
					Я	Я	Я	Я																		
						Л	Л	Л	Л	Л	Л	Л	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э	Э		
I	Э	Э	Э																							
		К	К	К	К																					

– температура по декадам, °C
 – относительная влажность воздуха по декадам, %
 Я – яйцо, Л – личинка-ложногусеница, К – куколка, И – имаго

Рисунок 43 – Феноклимодиаграмма развития звёздчатого пилильщика-ткача

По результатам исследований была составлена феноклимодиаграмма развития звёздчатого пилильщика-ткача в условиях Южного Предуралья в зависимости от складывающейся метеообстановки (рис. 43).

Заключение

Благодаря открытому образу жизни непарный шелкопряд, златогузка и зелёная дубовая листовёртка в активных фазах развития подвергаются непосредственному воздействию климатических факторов, благоприятствующих их

питанию, росту, развитию, расселению и размножению или вызывающих большую смертность.

Впервые составлены феноклимограммы развития непарного шелкопряда, златогузки, зелёной дубовой листовёртки в условиях Южного Предуралья в зависимости от складывающейся метеообстановки.

Фенологические особенности непарного шелкопряда в условиях Южного Предуралья заметно отличаются от представленных в литературе других регионов России.

Появление первых гусениц непарного шелкопряда может происходить 24 апреля. Массовый выход гусениц 17 мая. Период развития гусениц длится в среднем 41 день при накоплении суммы среднесуточных положительных температур 604°C . В природных условиях отрождение гусениц из яиц наблюдается одновременно с распусканием почек дуба черешчатого ранней формы.

На развитие куколок непарного шелкопряда в среднем уходит 28 дней с накоплением суммы среднесуточных положительных температур 598°C . Данные результаты совпадают с исследованиями В.В. Дубровина [106], которые автор проводил на территории Воронежской и Саратовской областей. В нашем случае несколько меньшая сумма среднесуточных положительных температур, необходимая для полного развития насекомого или отдельных его фаз, связана с ГТК (в большей степени с более низкой влажностью). Прогнозируемые даты появления куколок – 06 июня. Лёт имаго филофага происходил в период с первой декады июля по вторую декаду августа. На фазу имаго уходило от 33 дней при накоплении 699°C суммы среднесуточных положительных температур. По наблюдениям, яйцекладка непарного шелкопряда осуществляется в самом низу ствола деревьев на высоте не более 50 – 65 см.

Общее развитие непарного шелкопряда в условиях Южного Предуралья протекает в течение одного года, сумма среднесуточных положительных температур в условиях резко континентального климата Оренбургской области с многочисленными возвратными похолоданиями весны и ранними заморозками осени составляет 1900°C в среднем.

Златогузка в последние годы создает очаги преимущественно в центральной и южной частях Оренбургской области, которые характеризуются более высокими температурами весенне-летнего периода, отсутствием возвратных похолоданий весны, когда гусеницы заканчивают питание и приступают к окукливанию.

На фазу развития гусеницы златогузки в среднем уходило 40 дней при накоплении 402°С сумм среднесуточных положительных температур воздуха. Выход гусениц из зимних паутинистых гнезд происходил в последней декаде апреля, в среднем 25.04. Этот период мог затягиваться на 2 – 4 дня в связи с понижением среднесуточных температур до +5 – +10°С, что подтверждается наблюдениями и опытами Б.В. Добровольского [96].

Фаза развития куколки проходила в среднем за 29 дней. Сумма среднесуточных положительных температур воздуха составляла 579°С. Лёт имаго продолжался в среднем 29 дней при накоплении сумм среднесуточных положительных температур 612°С. Бабочки летали слабо, на небольшие расстояния, в основном при помощи ветра. Плодовитость бабочек колебалась от 231 до 497 яиц в кладке, средняя за период наблюдения составила 364 яйца. Генерация златогузки всегда была одногодная. Сумма среднесуточных положительных температур, необходимая для полного завершения жизненного цикла, составила около 1600°С.

Результаты исследований фенологических особенностей зелёной дубовой листовёртки в Оренбургской области показали, что сроки появления и продолжительность развития отдельных фаз соответствовали определенной величине накопленных сумм среднесуточных положительных температур.

Период между первым появлением гусениц и куколок составил 25 дней и сопровождался накоплением сумм среднесуточных положительных температур 279°С. Гусеницы окукливались в свернутых листьях. Массовый выход гусениц происходил спустя 5 дней после начала их появления.

Завершение развития гусениц наступало в более ранние сроки в 1990, 2002; 2007 гг., более поздние – в 1993, 1994; 2006 гг. В 1991, 1995; 1996; 1998;

2001; 2004; 2005 годах появление и дальнейшее развитие происходило из-за засушливой погоды в апреле – мае, раньше обычных сроков. Похолодание 1992, 1999; 2000; 2002; 2007; 2008 гг. растянуло сроки развития гусениц листовёртки. Длительность фазы куколки составляла 20 дней. Окукливаются в первую очередь те экземпляры, которые в полной мере получили необходимое питание. По весу куколок можно определять состояние популяции листовёртки и фазу вспышки ее массового размножения.

Начало лёта бабочек происходило в первой декаде июня. Массовый лёт наблюдался спустя 10 – 12 дней. Лёт растягивался в среднем на две недели. Активность бабочек возрастала в сумеречные часы суток. Яйцекладки бабочек по отношению частей кроны располагались в такой же последовательности, что и гусеницы. Большая их доля находилась в верхней и средней частях кроны. Генерация по данным всех исследований одногодная.

В условиях резко континентального климата Южного Предуралья особенности фенологии листогрызущих филлофагов проявляются в том, что филлофаги в более короткие сроки заканчивают рост и развитие одного поколения. Этому способствует более быстрое накопление суммы положительных температур в жарко-засушливых условиях Оренбургской области и высокая прожорливость гусениц, вызванная низкой относительной влажностью воздуха, когда потребление сочного корма способствует обеспечению организма насекомого водой.

Рыжий сосновый пилильщик размножается с преобладанием самок, способных к факультативному аррентокическому партеногенезу. Самки откладывают до 120 – 150 яиц на несколько соседних хвоинок на вершинах ветвей, образуя так называемые гнезда.

В индивидуальной жизни ложногусениц выделено три периода. Первый период продолжается от выхода из яйца до третьей линьки. Ложногусеницы в этот период живут на тех пучках хвои, в которых были отложены яйца. Во втором периоде, начиная с 4-го возраста до окончания питания, ложногусеницы в поисках пищи переползают на соседние ветви. Питание ложногусениц продол-

жается 4 – 6 недель, в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха. Третий период жизни ложногусениц проходит в коконах, которые чаще всего встречаются в лесной подстилке, но могут быть также в трещинах коры, в поверхностном слое почвы и, редко, в кроне дерева (1 – 2%).

Развитие эонимфы в естественных условиях зависит от температуры. В среднем от коконирования до вылета имаго проходит около месяца. Период развития эонимфы тем короче, чем длиннее был предшествующий период питания ложногусеницы. Третий период жизни ложногусеницы может затягиваться до 4 лет, в отдельных лесничествах Оренбургской области, по наблюдениям, даже до 5 – 6 лет. Количество эонимф, впадающих в состояние диапаузы, может составлять половину и больше от общего числа коконов.

Реактивация диапаузирующих эонимф в естественных условиях происходит в июле – августе, пронимфы отличаются наличием так называемых кукольных глаз. Превращение в куколку начинается вскоре после появления пронимф. Развитие куколки продолжается около двух недель.

Завершив процесс питания, взрослые личинки на нитях паутины опускаются с дерева на землю и там, под подстилкой из хвои превращаются в бочкообразные коконы золотистого цвета длиной от шести до двенадцати миллиметров. В них личинки преобразуются в куколки, из которых в августе вылетают взрослые насекомые. Вылетевшие из коконов самки и самцы начинают брачный лёт. После спаривания самка откладывает яички новой генерации на хвою.

Первое появление ложногусениц из-под оболочки яйца в условиях Оренбургской области отмечено 27 апреля, массовый выход личинок наблюдается спустя 2 недели – 11 мая. Сумма среднесуточных положительных температур развития ложногусеницы составляет 536°C. Окукливание рыжего соснового пилильщика происходит в период с 12 по 30 июля. Фаза куколки в среднем занимает 13 дней при сумме среднесуточных положительных температур около 196°C. Появление первых имаго наблюдается 28 июля, хотя массовый лёт рыжего соснового пилильщика происходит обычно 10 августа и продолжается до 2 недель. Последние летающие имаго отмечены 29 сентября.

В условиях Южного Предуралья развитие рыжего соснового пилильщика заканчивается с суммой среднесуточных положительных температур около 1400°C в среднем. Наиболее требовательны к теплу личинки ложногусеницы и имаго. В целом генерация рыжего соснового пилильщика всегда одногодная.

Первое появление ложногусениц звёздчатого пилильщика-ткача после лёта самок и откладки яиц наблюдается 26 мая, массовый выход личинок происходит 10 июня. Питание ложногусеницы происходит до накопления 344°C сумм положительных температур в течение 23 дней, после чего ложногусеница уходит в подстилку для зимовки в земляной колыбельке. Появление весной первых куколок отмечено 22 апреля, массовое окукливание происходит 2 мая, отдельные ложногусеницы заканчивали окукливание 21 мая. Фаза куколки продолжается в среднем 15 дней, при этом сумма положительных среднесуточных температур составляет 226°C .

Массовый лет имаго происходит 24 мая. Имаго в природе существуют, по нашим наблюдениям, около 28 дней. Конец лёта, как правило, происходит в первой декаде июня. Фаза яйца продолжается около 17 дней. Это связано с частыми возвратными весенними холодами или в отдельные годы с низким ГТК мая – июня.

В условиях Южного Предуралья развитие звёздчатого пилильщика-ткача заканчивается с суммой среднесуточных положительных температур около 1300°C в среднем.

В целом генерация звёздчатого пилильщика-ткача всегда одногодная.

Отмечена способность ложногусениц звёздчатого пилильщика-ткача впадать в длительную диапаузу, продолжающуюся иногда 7 – 8 лет, что в условиях лесостепной и степной зон способствует формированию хронических очагов, в которых высокая численность особей ткача обеспечивает сильную дефолиацию крон в течение нескольких лет подряд.

В условиях резко континентального климата Южного Предуралья особенности фенологии хвоегрызущих филлофагов проявляются в том, что филлофаги имеют продолжительную диапаузу в несколько лет, связанную с адап-

тацией филофагов к неблагоприятным климатическим условиям.

Разделы 6.1 – 6.3 полностью выполнены лично диссертантом.

Разделы 6.4 – 6.5 выполнены совместно с аспирантом Владимиром Раисовичем Сагидуллиным, инженером-лесопатологом (филиал ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Оренбургской области») и дипломниками.

**ГЛАВА 7 ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ НА РОСТ НАСАЖДЕНИЙ
В ОЧАГАХ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ФИЛЛОФАГОВ**

7.1 Рост и состояние дуба черешчатого в очагах массового размножения непарного шелкопряда

Многообразие факторов естественного изменения климата делает актуальным применение метода дендрохронологии при изучении динамики прироста деревьев по годичным кольцам. В динамике прироста древесины зафиксирована изменчивость как под влиянием абиотических процессов, так и под влиянием биотических отношений. Как видно на рисунке 44, радиальный прирост дуба зависит от вспышек массового размножения непарного шелкопряда, при которых наблюдается полная дефолиация дуба [306, 308].

По результатам проведенных исследований можно отметить, что снижение радиального прироста у дуба наблюдается на следующий год от воздействия филлофагами [306, 308]. Мы считаем, что в наших условиях экотона деревья, испытывающие стресс, при весенне-летней дефолиации снижают прирост не в текущем году, т.к. их резистентность более выражена ввиду стресса, а именно на следующий год, когда в силу резкого ослабления от ряда факторов резистентность падает.

Все насаждения дуба черешчатого порослевого происхождения на территории Оренбургской области произрастают в очагах массового размножения златогузки, зелёной дубовой листовёртки, непарного шелкопряда.

С учетом экологической обстановки на территории Южного Предуралья в лесных экосистемах отмеченные филлофаги присутствуют постоянно на уровне, близком к максимальной плотности, поэтому в период вспышек массового размножения данных насекомых наблюдается степень объедания от 50 до 100% [299, 309].

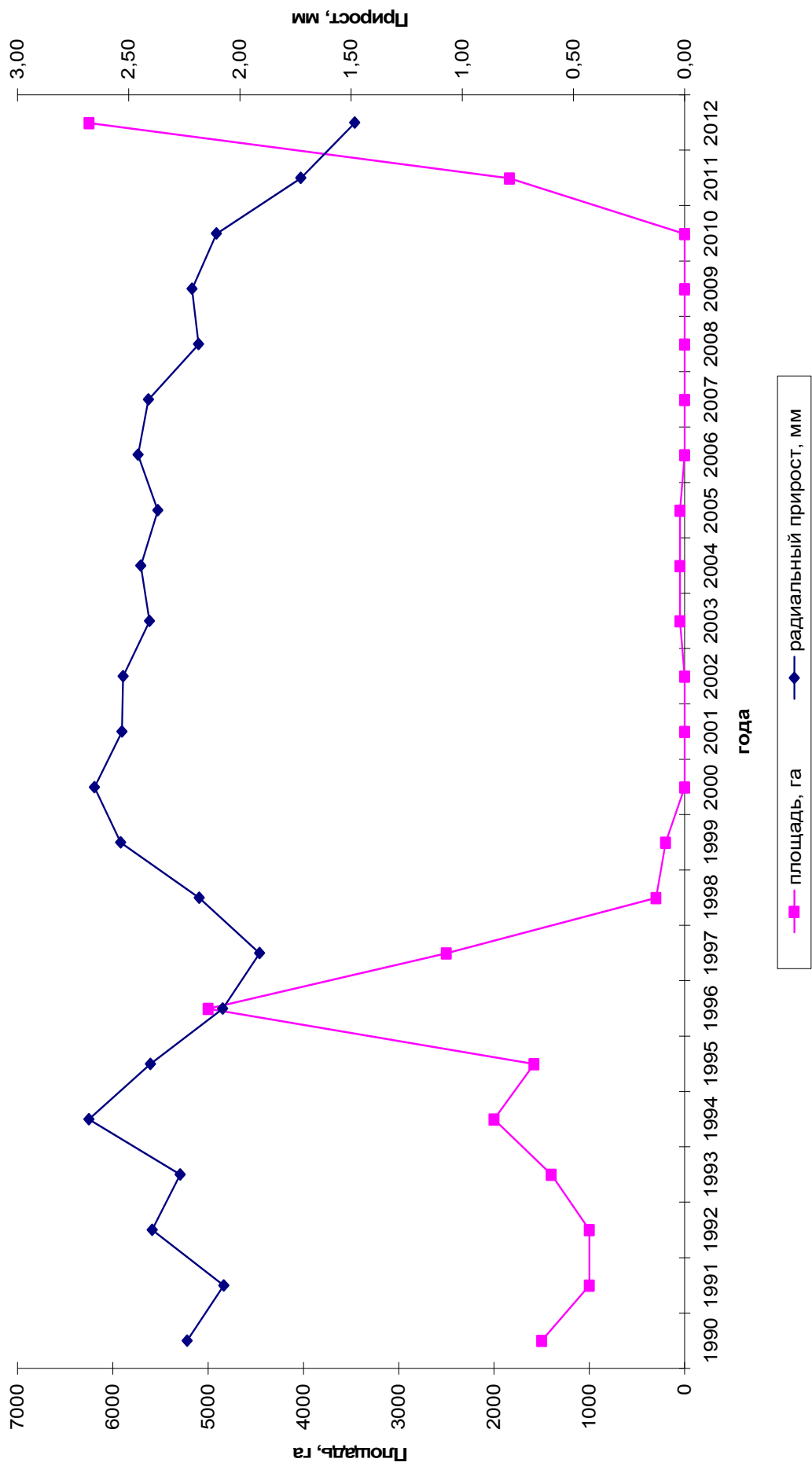


Рисунок 44 – Динамика радиального прироста дуба черешчатого и очагов массового размножения непарного шелкопряда в Абдулинском лесничестве

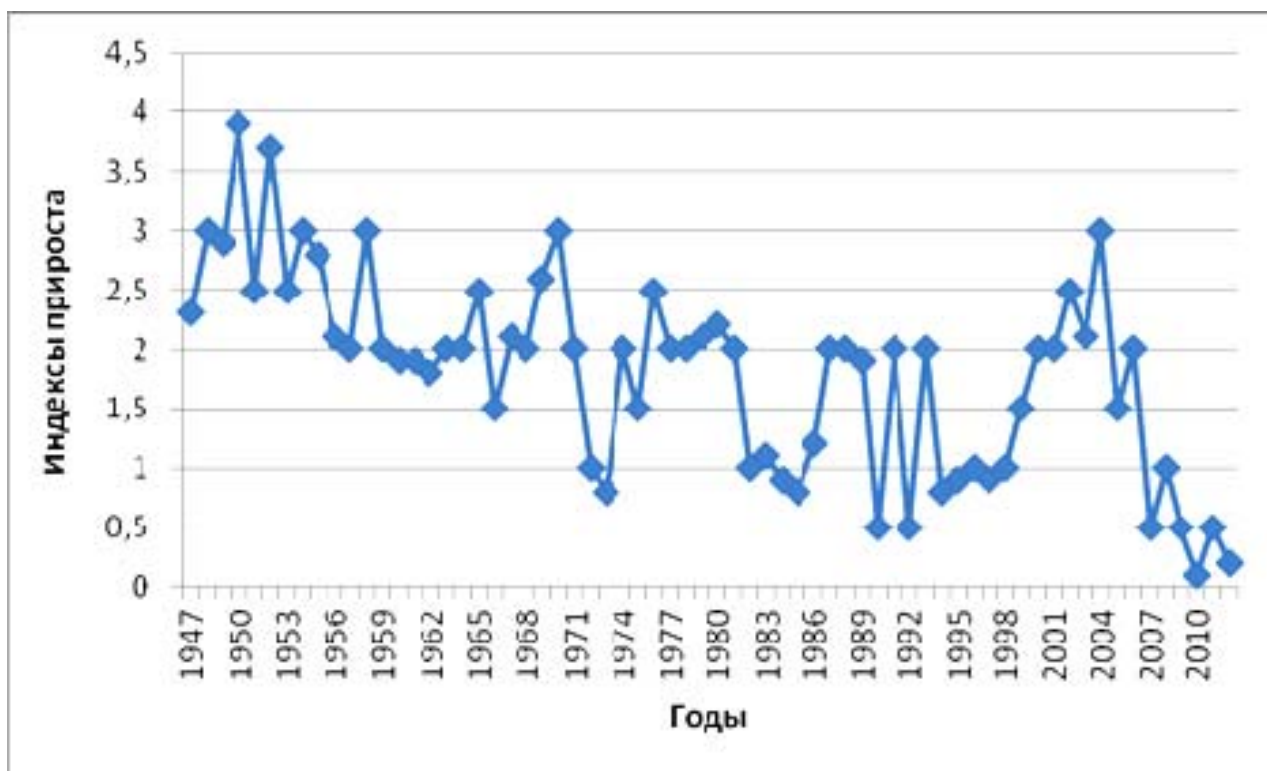


Рисунок 45 – Динамика радиального прироста дуба черешчатого центральной части Республики Башкортостан [79]

В последнее время появляются очаги массового размножения ранней весенней серо-желтой совки. Поэтому для сравнения был использован график динамики радиального прироста дуба черешчатого центральной части Республики Башкортостан, построенный А.Ф. Губайдуллиным [79] (рис. 45).

Как можно отметить, наблюдаются общие тенденции к снижению радиального прироста у дуба черешчатого на территории и Башкортостана, и Оренбургской области к 2011 г., также наблюдается значительное снижение индекса радиального прироста в период с 1994 по 1998 гг.

Для выяснения значимости воздействия на радиальный прирост дуба каждого из рассматриваемых климатических и биотических факторов проведен однофакторный регрессионный анализ (приложение 1).

Исходим из предположения, что зависимость прироста от рассматриваемого фактора описывается параболой третьего порядка: $Y = a_1 \cdot X^3 + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X + a_4$; где Y – прирост дуба, мм; $a_1 \dots a_4$ – константы уравнения; X – значение того или иного фактора).

Таблица 37 – Значимость воздействия на радиальный прирост дуба каждого из рассматриваемых климатических и биотических факторов

	Значение констант	t	P-значение
Влияние солнечной активности на прирост дуба (прил. 1, №9)			
<i>Независимый член</i>	2,187561	33,91081	0,000000
<i>Активность</i>	0,015451	2,53615	0,044310
Активность ²	-0,000286	-2,14915	0,075194
Активность ³	0,000002	2,09723	0,080787
Влияние ГТК_август на прирост дуба (прил. 1, №4)			
<i>Независимый член</i>	2,157602	13,04077	0,000013
ГТК_8	0,509885	0,54619	0,604635
ГТК_8 ²	0,396880	0,27780	0,790490
ГТК_8 ³	-0,476074	-0,72793	0,494072
Влияние ГТК_август спустя год на прирост дуба (прил. 1, №13)			
<i>Независимый член</i>	1,81944	12,01332	0,000020
ГТК_8_1	2,20189	2,57668	0,041956
ГТК_8 ² _1	-2,10040	-1,60608	0,159379
ГТК_8 ³ _1	0,58276	0,97341	0,367941
Влияние солнечной активности спустя год на прирост дуба (прил. 1, №18)			
<i>Независимый член</i>	2,068229	37,59234	0,000000
<i>Активность</i>	0,020665	3,97720	0,007307
Активность ² _1	-0,000348	-3,06843	0,021986
Активность ³ _1	0,000002	2,72236	0,034534
Влияние ГТК_август спустя 2 года на прирост дуба (прил. 1, №22)			
<i>Независимый член</i>	1,48614	4,621973	0,003608
ГТК_8_2	3,16701	1,745654	0,131478
ГТК_8 ² _2	-2,51582	-0,906125	0,399794
ГТК_8 ³ _2	0,38160	0,300235	0,774129
Влияние солнечной активности спустя 2 года на прирост дуба (прил. 1, №27)			
<i>Независимый член</i>	1,797378	16,62090	0,000003
<i>Активность</i>	0,034130	3,34196	0,015574
Активность ² _2	-0,000554	-2,48508	0,047477
Активность ³ _2	0,000003	2,11927	0,078362
Влияние площади массового размножения на прирост дуба (прил. 1, №5)			
<i>Независимый член</i>	2,403910	36,69130	0,000000
Площадь	-1,81E-04	-1,04287	0,310099
Площадь ²	6,67E-08	0,69027	0,498371
Площадь ³	-9,63E-12	-0,81100	0,427410
Влияние средней температуры (май-август) спустя год на прирост дуба (прил. 1, №16)			
<i>Независимый член</i>	5,4819228038	3,68	0,0079
Ср_температура_1	-0,180015337	-2,10	0,0742
(Ср_температура_1 - 17,3909) ²	-0,036819009	-1,69	0,1351
(Ср_температура_1 - 17,3909) ³	5,4819228038	1,03	0,3362

Рассмотрена расширенная модель, включающая все переменные из таблицы 37. Применяя пошаговую (с шагом вперед) регрессию (в программе JMP) с использованием пороговых значений p , получаем следующий результат: $F(6; 1) = 3,172E + 8$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,999$. Все константы уравнения статистически значимы (табл. 38).

Таблица 38 – Результаты пошаговой регрессии с использованием пороговых значений p^*

	Значение констант	t	P-значение
<i>Независимый член</i>	3,2396158	31647,76	<0,0001
<i>Активность</i>	0,000322	2353,95	0,0003
<i>ГТК VIII 1</i>	-0,000479	-56,68	0,0112
<i>tcp 1</i>	-0,040242	-7232,06	<0,0001
<i>(tcp 1 - 17,0125)^2</i>	-0,027874	-8519,69	<0,0001
<i>ГТК VIII 2</i>	-0,00719	-843,24	0,0008
<i>(ГТК VIII 2 - 0,75)^2</i>	-1,019845	-25360,7	<0,0001

*Данный метод последовательно включает в модель значимые переменные (порог, при котором происходит включение, задан программой).

Еще один пошаговый регрессионный анализ, где в модель включены все рассматриваемые независимые переменные (факторы), из предположения, что каждая независимая переменная действует на прирост дуба в текущем году. Результат пошаговой (с шагом вперед) регрессии: $F(3; 6) = 10,8581$; $p = 0,0077$; $R^2 = 0,767$. В модель включены все переменные (приложение 1), за исключением «площади очагов», так как в период с 2000 по 2010 гг. площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда на территории Абдулинского лесничества очень незначительна либо равна нулю. Результат пошаговой (с шагом вперед) регрессии: $F(6; 1) = 3,172E + 8$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,999$, полученное уравнение полностью идентично уравнению, полученному ранее (табл. 39).

В данной программе (JMP) для удобства автоматически осуществляется отцентровка (из значений переменных, возводимых в ту или иную степень вычитывается среднее значение данной переменной за период наблюдений). Курсивом выделены статистически значимые переменные.

Таблица 39 – Результаты пошаговой регрессии с включением всех рассматриваемых независимых переменных

	Значение констант	t	P-значение
<i>Независимый член</i>	2,197807	18,66	<0,0001
ГТК VI	-0,07259	-1,83	0,1176
ГТК VII	0,156262	1,58	0,1648
<i>Активность</i>	0,003947	4,87	0,0028

ПРИМЕЧАНИЕ. Знаком «_1» или «_2» обозначено запаздывание фактора, влияющего на прирост сосны на 1 год или 2 года.

На рисунках 46 – 51 представлена графическая зависимость радиального прироста дуба черешчатого от ряда экологических факторов.

Практически повсеместно происходит деградация ранее высокопродуктивных дубрав до порослевых насаждений седьмой, восьмой генерации низкой продуктивности и качества.

На рост и развитие дубовых лесов оказывают отрицательное влияние периодически повторяющиеся сильные продолжительные морозы, а также засухи, ветры, обильные снегопады и ливневые дожди [295].

Прослеживается зависимость прироста дуба в текущем году от того, насколько благоприятным для роста был предыдущий год. В сухом типе леса после особенно засушливых и жарких лет может наблюдаться депрессия прироста в течение нескольких последующих лет [306, 308].

Так, на радиальный прирост дуба влияет только вспышка массового размножения непарного шелкопряда, при которой наблюдается сильная дефолиация кроны, что приводит к снижению прироста на следующий год. Незначительное по площади увеличение численности непарного шелкопряда существенного воздействия на прирост не оказывает (рис. 46) [306, 308].

Также отмечено влияние солнечной радиации на радиальный прирост дуба черешчатого (рис. 47, 48), которое в большей степени проявляется только через один или два года после воздействия.

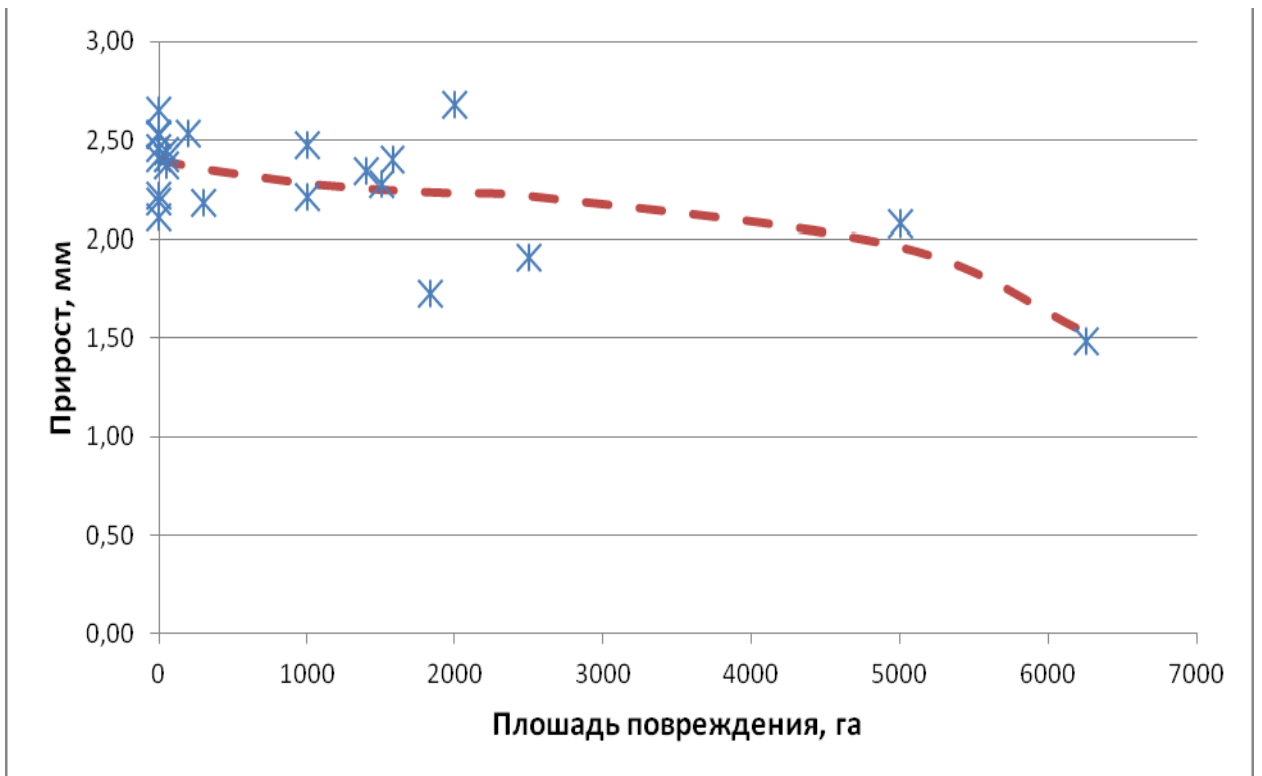


Рисунок 46 – Влияние очагов массового размножения непарного шелкопряда на радиальный прирост дуба (звёздочки – фактические значения, линия – расчетные значения прироста)

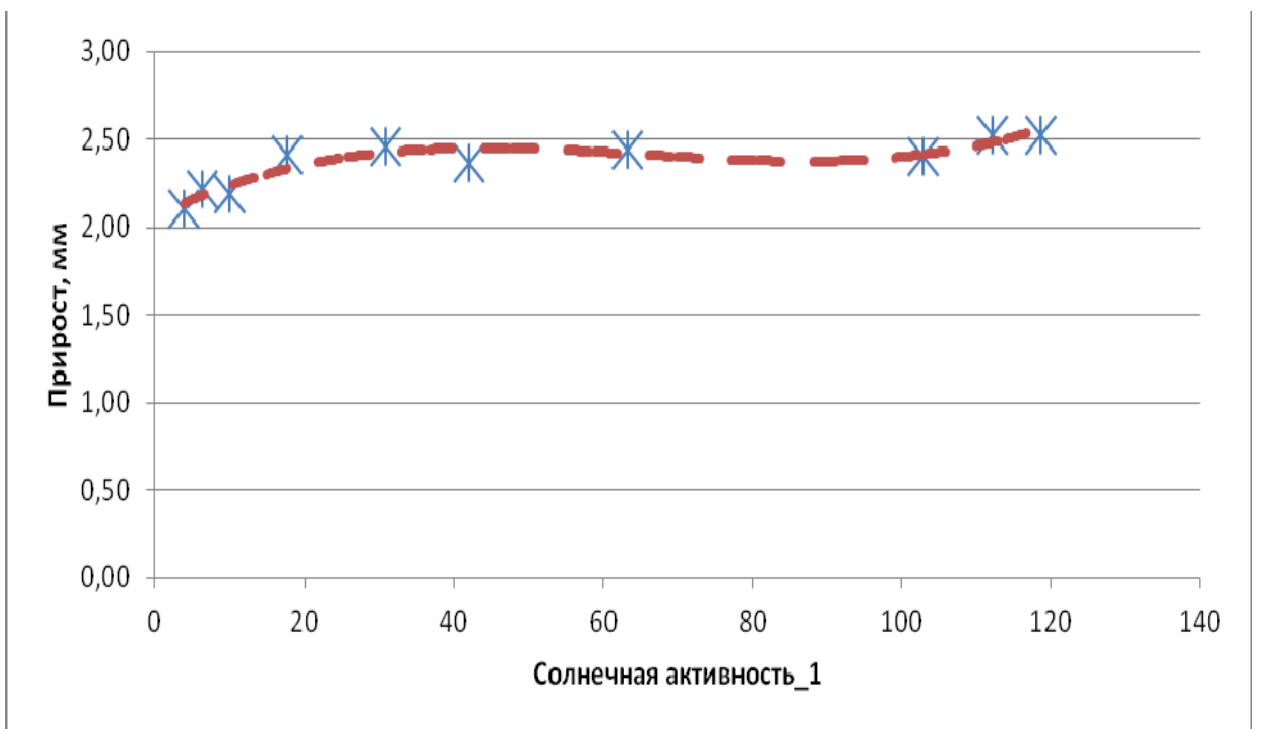


Рисунок 47 – Влияние солнечной активности спустя год на прирост дуба (звёздочки – фактические значения, линия – расчетные значения прироста)

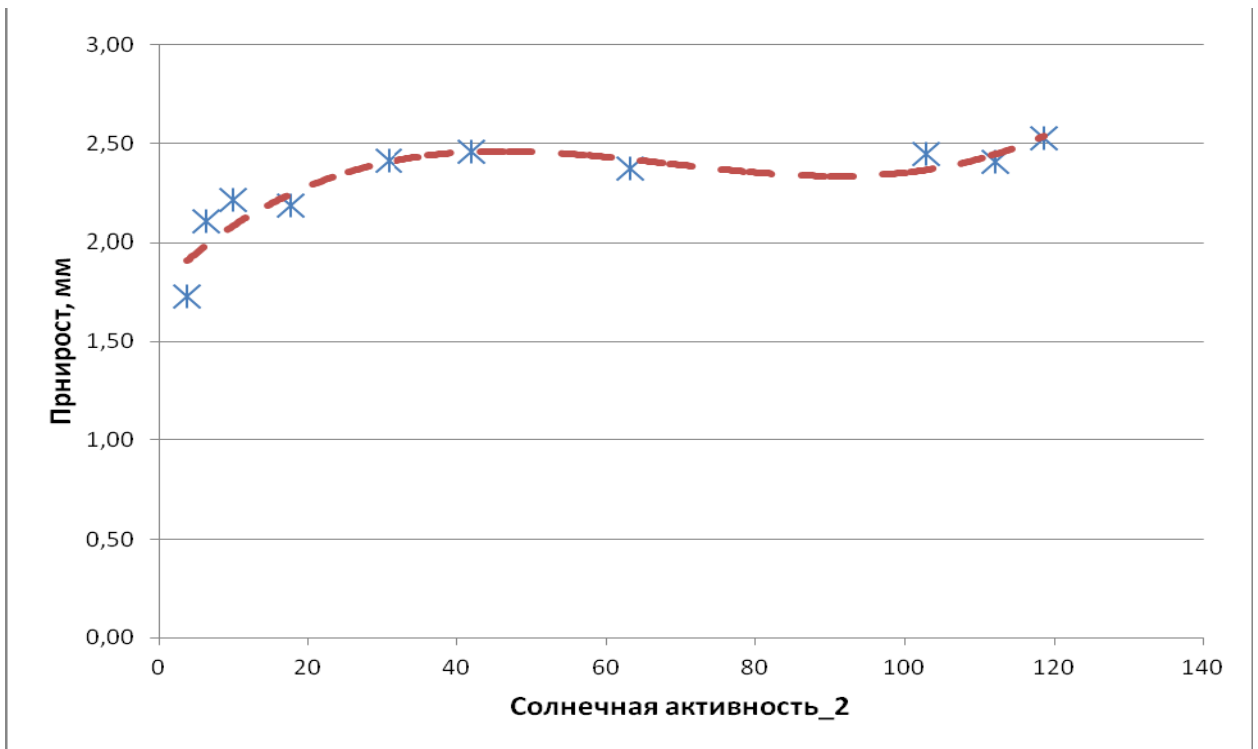


Рисунок 48 – Влияние солнечной активности спустя два года на радиальный прирост дуба (звёздочки – фактические значения, линия – расчетные значения прироста)

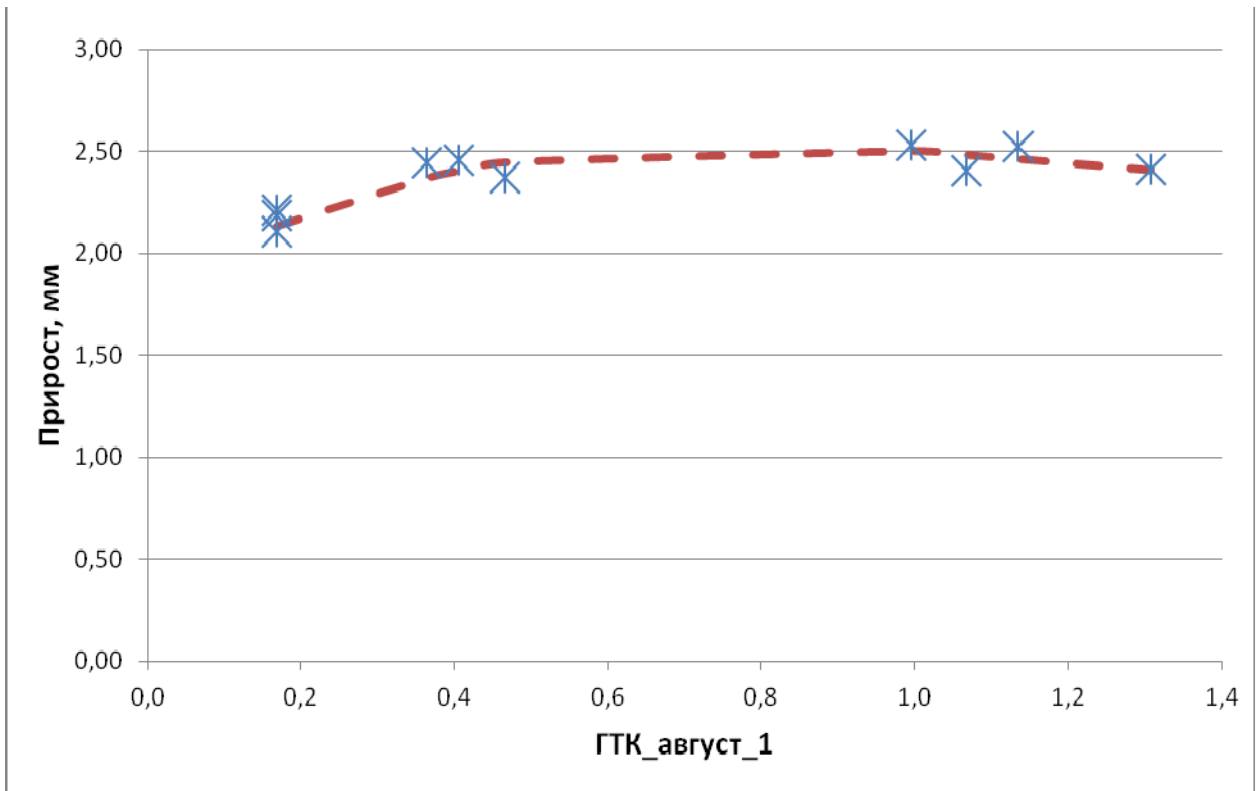


Рисунок 49 – Влияние ГТК августа спустя год на прирост дуба (звёздочки – фактические значения, линия – расчетные значения прироста)

Успешность произрастания дуба на территории Оренбургской области зависит от относительной влажности воздуха и ГТК. Отмечено, что сильнее на радиальный прирост дуба влияет ГТК августа, так как в последние несколько лет на территории Южного Предуралья отмечаются засухи в июле и начале августа. ГТК в текущем году не оказывает влияния на радиальный прирост дуба черешчатого, на следующий год вероятность взаимосвязи существенно увеличивается, спустя два года зависимость радиального прироста дуба и ГТК отрицательная (рис. 39). Причем существенным является именно ГТК августа, а не весенних месяцев, как указывает Д.В. Тишин [327]. По-видимому, сказывается достаточное увлажнение в начале периода вегетации в условиях Абдулинского лесничества.

На рисунках 50, 51 показано влияние всех значимых абиотических факторов на радиальный прирост дуба.

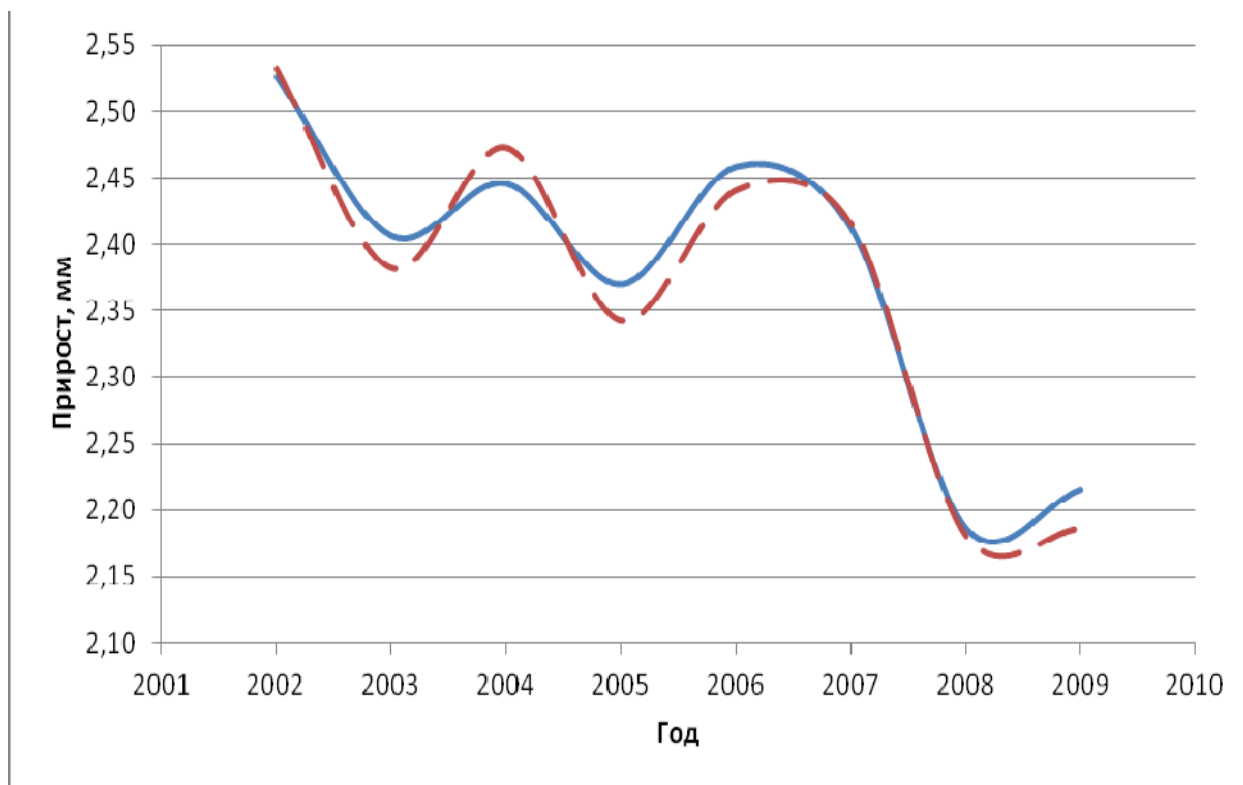


Рисунок 50 – Влияние значимых климатических факторов на прирост дуба (сплошной линией представлены фактические значения прироста и прерывистой линией – расчетные, полученные по уравнению, константы которого см. табл. 38)

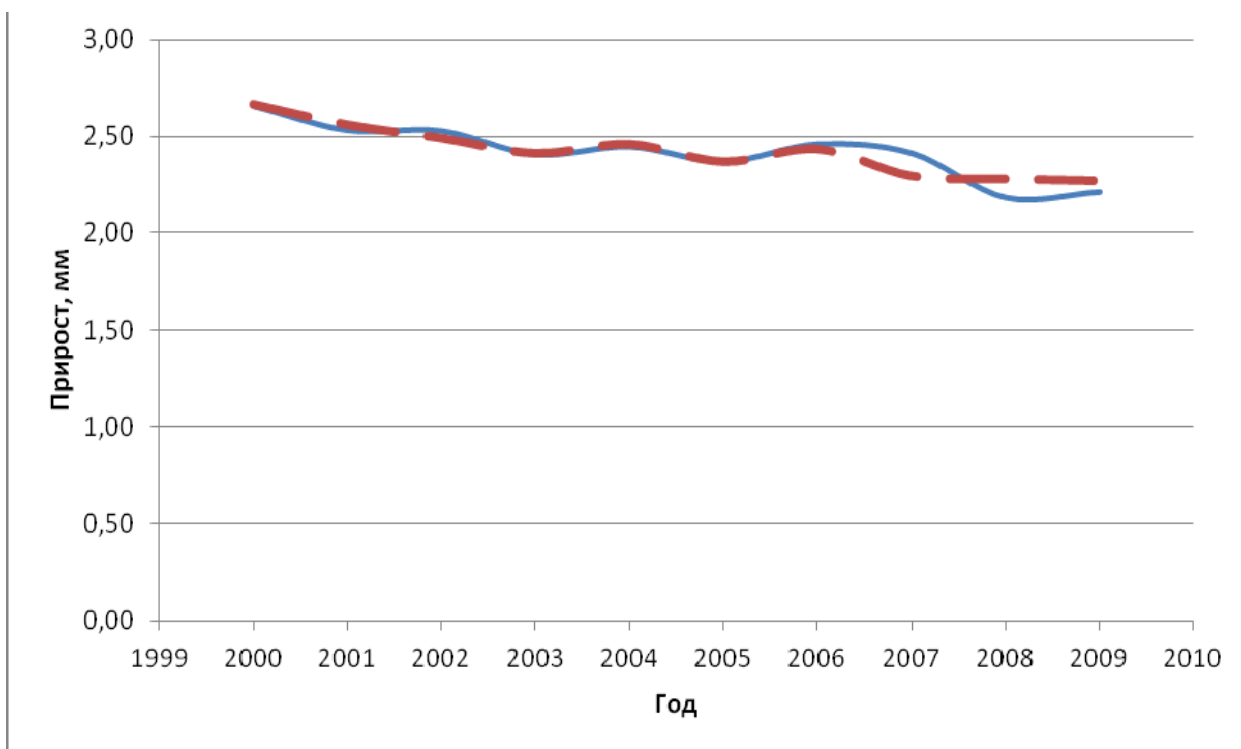


Рисунок 51 – Влияние значимых климатических факторов на прирост дуба (сплошной линией представлены фактические значения прироста и прерывистой линией – расчетные, полученные по уравнению, константы которого см. табл. 39)

Выявленная взаимосвязь солнечной активности и радиального прироста прослеживается в течение текущего года, следующего года и через два года.

В целом на радиальный прирост дуба отмечено влияние климатических и биотических факторов.

При проведении исследований влияния экологических факторов на радиальный прирост дуба черешчатого на территории Абдулинского лесничества было отмечено большое количество пораженных ложным дубовым трутовиком (ЛДТ) деревьев, что было определено при макро- и микродиагностике. На ВПП выбирались деревья из 8 ступеней толщины (от 12 до 40). Каждая ступень толщины была представлена 15 деревьями. Так, из 120 проб без признаков гнили были только 32 дерева, что составляет 26,7%.

Остальные 73,3% (88 деревьев) были с разными степенями гнили ствола. Так, по средним данным, у деревьев 14 – 24 лет (1985 – 1995 гг., диаметр 12 см) пораженность составила 66,7%; у деревьев 24 – 38 лет (1975 – 1985 гг., диаметр 16 см) пораженность – 80; у деревьев 26 – 43 лет (1970 – 1987 гг., диаметр 20 см) пораженность – 60; у деревьев 40 – 46 лет (1967 – 1973 гг., диаметр 24 см) пораженность – 73,3; у деревьев 39 – 49 лет (1964 – 1974 гг., диаметр 28 см) пораженность – 73,3; у деревьев 43 – 53 лет (1960 – 1970 гг., диаметр 32 см) пораженность – 66,7; у деревьев 36 – 46 лет (1967 – 1977 гг., диаметр 36 см) пораженность – 66,7; у деревьев 48 – 58 лет (1955 – 1965 гг., диаметр 40 см) пораженность – 100%.

По протяжённости гнили на керне можно отметить, что у деревьев диаметром 12 см она составила в среднем от 21,9 до 36,2 мм, у деревьев диаметром 16 см – от 25,8 до 39,9 мм, у деревьев диаметром 20 см – от 24,6 до 49,3 мм, у деревьев диаметром 24 см – от 37,9 до 54,1 мм, у деревьев диаметром 28 см – от 48,3 до 67,6 мм, у деревьев диаметром 32 см – от 41,1 до 69,8 мм, у деревьев диаметром 36 см – от 52,0 до 81,8 мм, у деревьев диаметром 40 см – от 77,6 до 190,9 мм.

Таблица 40 – Пораженность дуба черешчатого ложным дубовым трутовиком в очагах массового размножения непарного шелкопряда

Диаметр дерева, см	Возраст дерева, лет	% пораженности ЛДТ	Протяженность гнили в керне, мм	
			мин.	макс.
12	14 - 24	66,7	21,9	36,2
16	24 - 38	80	25,8	39,9
20	26 - 43	60	24,6	49,3
24	40 - 46	73,3	37,9	54,1
28	39 - 49	73,3	48,3	67,6
32	43 - 53	66,7	41,1	69,8
36	36 - 46	66,7	52,0	81,8
40	48 - 58	100	77,6	190,9

Свежая зараженная древесина вначале буроватая, затем по мере развития мицелия гриба светлеет полосами и позднее становится желтовато-белой, с тонкими извилистыми, иногда расплывчатыми тёмными линиями. В отдельных

местах ствола гриб поражает, кроме ядра, заболонь, камбий и луб, вызывая образование сухобочин, вдавленностей [295].

Протяжённость гнили в стволе около 2 – 3 м (некоторые дубы кернили до гнили 2 – 3 раза по высоте). Гриб поражает в основном нижнюю половину ствола. Встречается в древостоях не моложе 14 – 24 лет, с возрастом пораженность увеличивается. Отмечена частичная сухокронность деревьев (табл. 40).

7.2 Рост и состояние сосны обыкновенной в очагах массового размножения сосновых пилильщиков

Важную роль в динамике прироста сосны играют экотопические условия. Многолетние циклические колебания режимов солнечной активности, температуры и осадков вызывают синхронные колебания радиального прироста сосны обыкновенной [298, 310]. Как видно на рисунке 52, радиальный прирост сосны зависит от вспышек массового размножения сосновых пилильщиков, при которых наблюдается сильная дефолиация сосны [304, 310].

При проведении исследований зависимости радиального прироста сосны обыкновенной от ряда экологических факторов в условиях Оренбургской области оказалось трудно подобрать чистые насаждения, произрастающие без сильного воздействия хвоегрызущих филлофагов.

Все насаждения сосны обыкновенной на территории Оренбургской области произрастают в очагах массового размножения сосновых пилильщиков, а также корневой или сосновой губки. Поэтому для сравнения был использован график динамики радиального прироста сосны обыкновенной степных боров, построенный А.А. Гурским [82] (рис. 53).

По данным А.А. Гурского [82] отмечено, что осадки, температура и влажность воздуха за апрель, сентябрь на величину радиального прироста сосны обыкновенной влияния не оказывают. По динамике индексов радиального прироста автором установлены периоды усиленного, частично умеренного роста и периоды угнетения – замедленного роста (рис. 53).

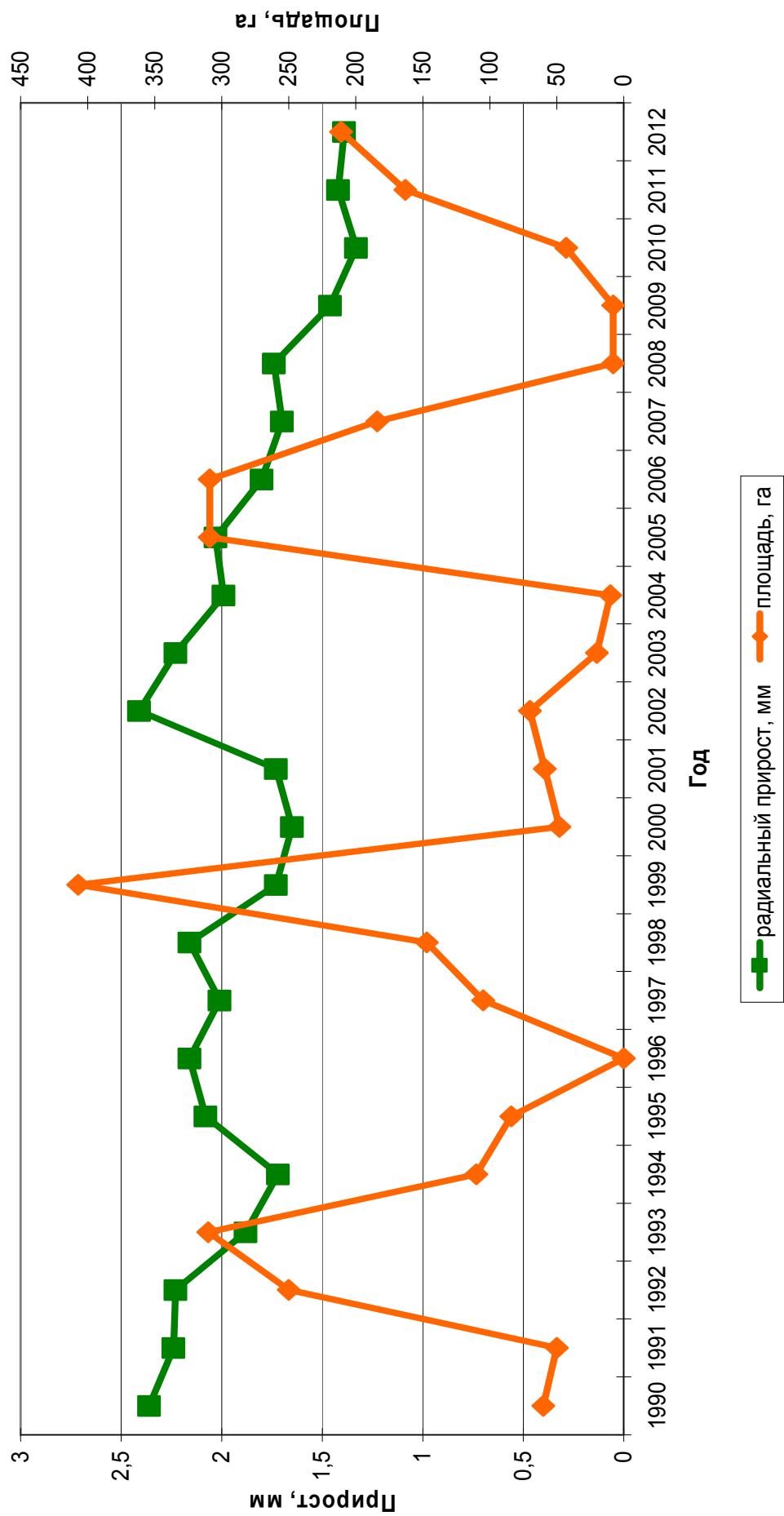


Рисунок 52 – Динамика радиального прироста сосны обыкновенной и очагов массового размножения сосновых пилильщиков в Соль-Илецком лесничестве

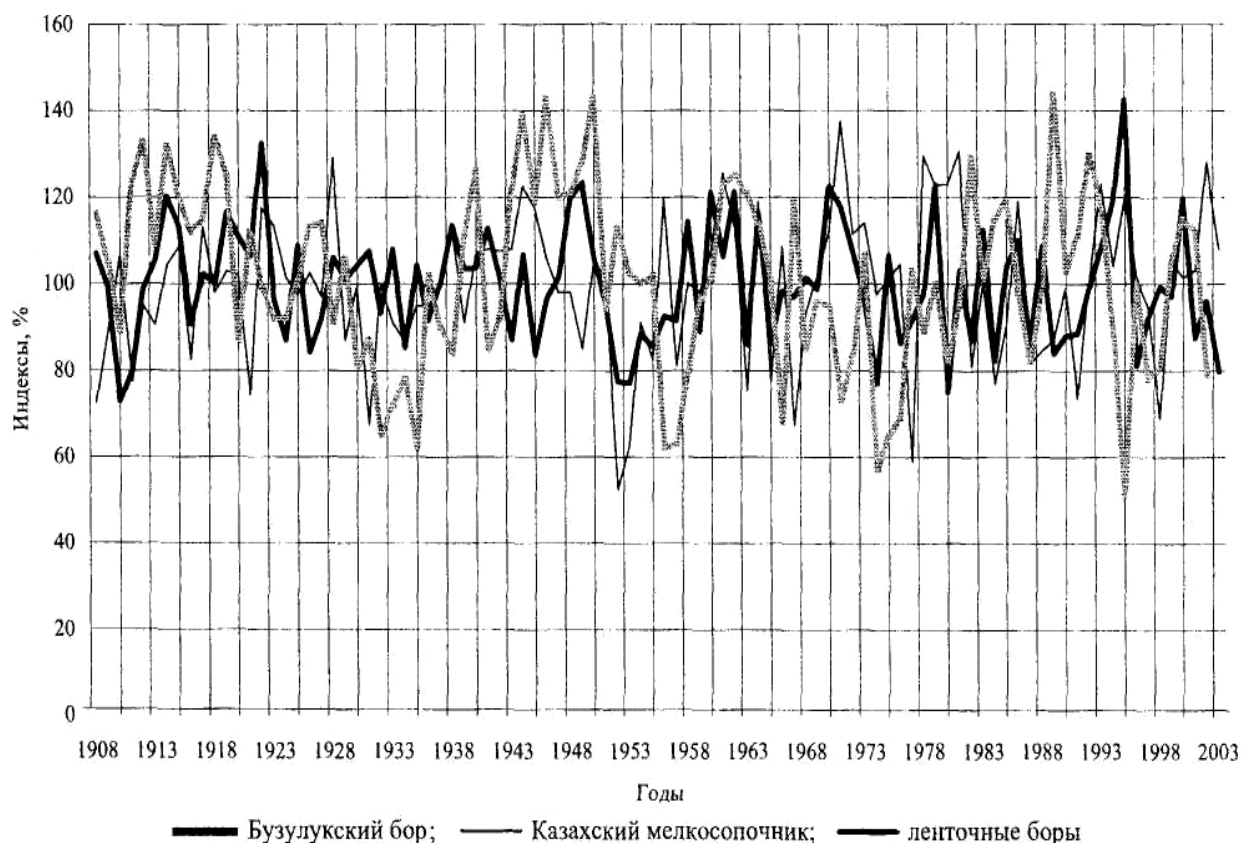


Рисунок 53 – Динамика индексов радиального прироста (%) сосны в степных борах [82]

Для выяснения значимости воздействия на радиальный прирост сосны обыкновенной каждого из рассматриваемых климатических и биотических факторов проведен однофакторный регрессионный анализ (приложение 2). Исходим из предположения, что зависимость прироста от рассматриваемого фактора описывается параболой третьего порядка: $Y = a_1 * X^3 + a_2 * X^2 + a_3 * X + a_4$, где Y – прирост сосны, мм; $a_1 \dots a_4$ – константы уравнения; X – значение того или иного фактора).

Для многофакторного анализа были взяты независимые переменные, константы при которых оказались статистически значимыми (из табл. 41: ГТК_август; ГТК_август спустя год; ГТК_июль спустя два года). В результате расчетов модель оказалась статистически не значимой ($p > 0.05$); $F(9, 8) = 1,7593$; $R^2 = 0,664$ (табл. 42 в программе Statistica 8.0.).

Таблица 41 – Значимость воздействия на радиальный прирост сосны каждого из рассматриваемых климатических и биотических факторов

	Значение констант	t	P-значение
Влияние солнечной активности на прирост сосны (прил. 2, №5)			
<i>Независимый член</i>	1,615124	10,64729	0,000040
Активность	0,002252	0,15717	0,880266
Активность ^{^2}	0,000333	1,06634	0,327285
Активность ^{^3}	-0,000003	-1,65636	0,148728
Влияние ГТК май на прирост сосны (прил. 2, №6)			
<i>Независимый член</i>	2,083505	13,51082	0,000000
ГТК 5	-0,477434	-0,59907	0,557515
ГТК 5 ^{^2}	0,847346	0,83927	0,413683
ГТК 5 ^{^3}	-0,363363	-1,09578	0,289395
Влияние ГТК август на прирост сосны (прил. 2, №9)			
<i>Независимый член</i>	1,65114	16,54561	0,000000
ГТК 8	2,83307	3,39199	0,003723
ГТК 8 ^{^2}	-4,84067	-3,12650	0,006508
ГТК 8 ^{^3}	2,27991	2,94724	0,009465
Влияние солнечной активности спустя год на прирост сосны (прил. 2, №14)			
<i>Независимый член</i>	1,440940	7,586070	0,000273
Активность	0,009700	0,540738	0,608162
Активность ^{^2}	0,000119	0,304061	0,771350
Активность ^{^3}	-0,000001	-0,613868	0,561839
Влияние ГТК май спустя год на прирост сосны (прил. 2, №15)			
<i>Независимый член</i>	1,847664	11,73842	0,000000
ГТК 5	0,513421	0,63115	0,536852
ГТК 5 ^{^2}	-0,231438	-0,22458	0,825147
ГТК 5 ^{^3}	-0,051914	-0,15338	0,880016
Влияние ГТК август спустя год на прирост сосны (прил. 2 №18)			
<i>Независимый член</i>	1,61447	13,91961	0,000000
ГТК 8	2,81446	2,89928	0,010457
ГТК 8 ^{^2}	-4,90747	-2,72715	0,014918
ГТК 8 ^{^3}	2,31947	2,57980	0,020150
Влияние ср ГТК спустя два года на прирост сосны (прил. 2, №21)			
<i>Независимый член</i>	2,61673	7,05614	0,000003
Ср ГТК	-4,31474	-2,07935	0,054026
Ср ГТК ^{^2}	6,07885	1,83920	0,084518
Ср ГТК ^{^3}	-2,30462	-1,53838	0,143495
Влияние солнечной активности спустя два года на прирост сосны (прил. 2, №23)			
<i>Независимый член</i>	1,240178	13,58324	0,000010
Активность	0,029458	3,41639	0,014207
Активность ^{^2}	-0,000451	-2,39726	0,053494
Активность ^{^3}	0,000002	2,22298	0,067919
Влияние ГТК май спустя два года на прирост сосны (прил. 2, №24)			
<i>Независимый член</i>	1,856187	10,97869	0,000000
ГТК 5	-0,385853	-0,44160	0,664691
ГТК 5 ^{^2}	1,188590	1,07378	0,298851
ГТК 5 ^{^3}	-0,535802	-1,47377	0,159946

Продолжение таблицы 40			
Влияние ГТК июнь спустя два года на прирост сосны (прил. 2, №25)			
<i>Независимый член</i>	1,88034	11,94852	0,000000
ГТК 6	-1,13524	-1,59607	0,130033
ГТК 6 ²	2,07503	2,36469	0,031020
ГТК 6 ³	-0,73211	-2,49618	0,023857
Влияние ГТК июль спустя два года на прирост сосны (прил. 2, №26)			
<i>Независимый член</i>	2,16548	13,03008	0,000000
ГТК 7	-2,27334	-2,58699	0,019859
ГТК 7 ²	3,18277	2,55525	0,021177
ГТК 7 ³	-1,08741	-2,27836	0,036775

Таблица 42 – Результаты пошаговой регрессии с использованием пороговых значений p

	Значение констант	t	P-значение
<i>Независимый член</i>	1,87542	5,50290	0,000572
ГТК VIII	2,40224	1,17999	0,271899
ГТК VIII 1	2,06328	0,92354	0,382735
ГТК VII 2	-1,94529	-1,45170	0,184644
ГТК VIII ²	-6,98946	-1,29943	0,229989
ГТК VIII ³	4,97268	1,38589	0,203186
ГТК VIII 1 ²	-7,64812	-1,37966	0,205023
ГТК VIII 1 ³	5,40912	1,52808	0,165015
ГТК VII 2 ²	2,90404	1,49690	0,172790
ГТК VII 2 ³	-1,02146	-1,41918	0,193613

Где ГТК_VIII – ГТК_август_текущего года; ГТК_VIII_1 – ГТК_август_следующего года; ГТК_VII_2 – ГТК_июля_два года спустя.

Применяя пошаговую (с шагом назад) регрессию (в программе JMP) с использованием пороговых значений p , получили следующую статистически значимую модель: $F(3; 16) = 3,633$; $p = 0,036$; $R^2 = 0,41$ (табл. 43 в программе JMP).

Таблица 43 – Результаты пошаговой регрессии с использованием пороговых значений p^*

	Значение констант	t	P-значение
<i>Независимый член</i>	1,477727305	9,09	<,0001
ГТК VII 2	0,3909750489	1,63	0,1232
(ГТК VII 2 - 0,608) ²	1,1993241462	2,86	0,0114
(ГТК VII 2 - 0,608) ³	-1,087413756	-2,28	0,0368

*Данный метод последовательно исключает из модели (табл. 43) незначимые переменные (порог, при котором происходит выключение, задан программой).

В данной программе (JMP) для удобства автоматически осуществляется отцентровка (из значений переменных, возводимых в ту или иную степень, вычитывается среднее значение данной переменной за период наблюдений). Курсивом выделены статистически значимые переменные. Данная модель адекватно описывает влияние ГТК_июля на прирост сосны спустя два года.

В качестве эксперимента ниже рассмотрена расширенная модель, включающая все переменные из таблицы 41. Применяя пошаговую (с шагом вперед) регрессию (в программе JMP) с использованием пороговых значений p , получили следующий результат $F(6; 3) = 9,2119$; $p = 0,048$; $R^2 = 0,95$ (табл. 44).

В расширенную модель (табл. 41) не включена «солнечная активность». Результат следующей пошаговой регрессии (с шагом вперед): $F(8; 9) = 16,307$; $p = 0,0002$; $R^2 = 0,94$ (табл. 45).

Таблица 44 – Результаты пошаговой регрессии с использованием пороговых значений p^*

	Значение констант	t	P-значение
Независимый член	-0,318400507	-0,45	0,6859
<i>Солн_активность_1</i>	0,0043942738	3,48	0,0401
<i>ГТК_ср_2</i>	4,7311286819	3,05	0,0556
<i>(ГТК_ср_2 - 0,629)^2</i>	3,1226366123	3,20	0,0494
<i>(ГТК_ср_2 - 0,629)^3</i>	-14,11959975	-2,64	0,0777
<i>ГТК_V_2</i>	-0,65980709	-3,50	0,0395
<i>ГТК_VII_2</i>	-0,487163617	-2,10	0,1269

*Данный метод последовательно включает в модель значимые переменные (порог, при котором происходит включение, задан программой).

Таблица 45 – Результаты пошаговой регрессии с использованием пороговых значений p

	Значение констант	t	P-значение
<i>Независимый член</i>	1,1060906457	6,91	<,0001
<i>ГТК_V</i>	0,1533249958	1,25	0,2426
<i>(ГТК_V - 0,8233)^2</i>	0,1484085729	1,22	0,2533
<i>(ГТК_V - 0,8233)^3</i>	-0,329890939	-1,99	0,0773
<i>ГТК_ср_2</i>	0,4422000324	2,66	0,0261
<i>(ГТК_ср_2 - 0,6111)^2</i>	2,8934544219	7,91	<,0001
<i>(ГТК_ср_2 - 0,6111)^3</i>	-3,690191111	-5,88	0,0002
<i>ГТК_VI_2</i>	0,5174203386	4,66	0,0012
<i>(ГТК_VI_2 - 0,70389)^2</i>	-0,630690373	-5,42	0,0004

В следующую модель включаем все рассматриваемые независимые переменные (факторы) из предположения, что каждая независимая переменная действует на прирост сосны в текущем году (табл. 46). Результат пошаговой (с шагом вперед) регрессии: $F(5; 13) = 4,838$; $p = 0,0102$; $R^2 = 0,65$. В конечную модель включаем все переменные (прил. 1), за исключением солнечной активности). Результат пошаговой (с шагом вперед) регрессии: $F(13; 3) = 11,7093$; $p = 0,033$; $R^2 = 0,98$.

Таблица 46 – Результаты пошаговой регрессии с включением всех рассматриваемых независимых переменных

	Значение констант (a)	t	P - значение
<i>Независимый член</i>	1,9924253903	13,22	<,0001
Высота снега, см	0,0041157317	0,71	0,4915
<i>(Высота снега - 26,5)^2</i>	-0,00138254	-2,18	0,0483
ГТК VIII	0,349073176	1,35	0,2007
<i>(ГТК VIII - 0,38)^2</i>	-1,708938632	-2,51	0,0261
<i>(ГТК VIII - 0,38)^3</i>	1,4804445887	1,79	0,0968

Таблица 47 – Результаты пошаговой регрессии с включением всех рассматриваемых независимых переменных

	Значение констант (a)	t	P - значение
<i>Независимый член</i>	2,3333751065	14,80	0,0007
ГТК VII	-0,292133138	-2,43	0,0931
<i>(ГТК VII - 0,64529)^2</i>	0,5438244374	4,02	0,0277
<i>Площадь 1, га</i>	-0,001169987	-3,40	0,0424
<i>(Площадь 1, га - 138,647)^2</i>	-3,506186e-7	-0,12	0,9137
ГТК V_1	0,0205305776	0,28	0,8009
<i>(ГТК V_1 - 0,75882)^2</i>	-0,029636152	-0,22	0,8380
Высота снега_1, см	-0,009246127	-1,91	0,1517
<i>(Высота снега_1 - 26,9924)^2</i>	0,0013150949	2,76	0,0701
<i>Площадь 2, га</i>	-0,001712588	-3,58	0,0372
ГТК V_2	-0,248897421	-2,54	0,0846
<i>ГТК VI_2</i>	0,5142890311	3,28	0,0466
<i>(ГТК VI_2 - 0,65)^2</i>	0,4329128404	1,98	0,1423
<i>(ГТК VI_2 - 0,65)^3</i>	-0,673258292	-2,88	0,0635

ПРИМЕЧАНИЕ. Знаком «_1» или «_2» обозначено запаздывание фактора, влияющего на прирост сосны на 1 год или 2 года.

На рисунках 54, 55 показано влияние солнечной активности на радиальный прирост сосны обыкновенной в условиях Оренбургской области. Солнечная активность оказывает более сильное воздействие на радиальный прирост спустя два года, что согласуется с данными А.А. Гурского [82].

На радиальный прирост сосны обыкновенной доказано влияние ГТК августа текущего и следующего года, ГТК июля спустя два года, а также частичное влияние ГТК июня спустя два года (рис. 56, 57, 58), что подтверждается данными А.А. Гурского [82], что относительная влажность воздуха и ГТК в большей мере оказывают влияние на величины индексов радиального прироста сосны обыкновенной. На рисунках 59 – 62 показана динамика абсолютного радиального прироста сосны обыкновенной за 10, 18, 19 лет.

Наиболее точно описывает динамику прироста уравнение регрессии, включающее все независимые переменные таблицы 47: $F(13; 3) = 11,7093$; $p = 0,033$; $R^2 = 0,98$. В целом на радиальный прирост сосны отмечено влияние климатических и биотических факторов.

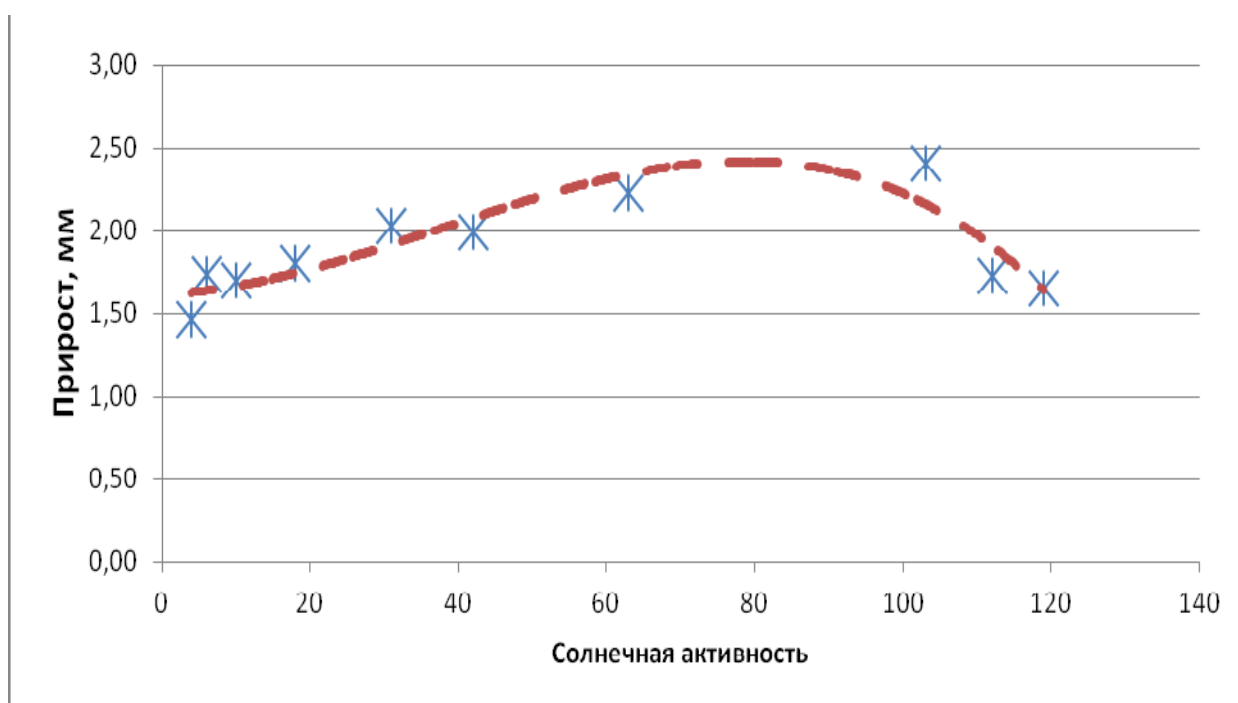


Рисунок 54 – Влияние солнечной активности на радиальный прирост сосны (звёздочки – фактические значения, линия – расчетные значения прироста)

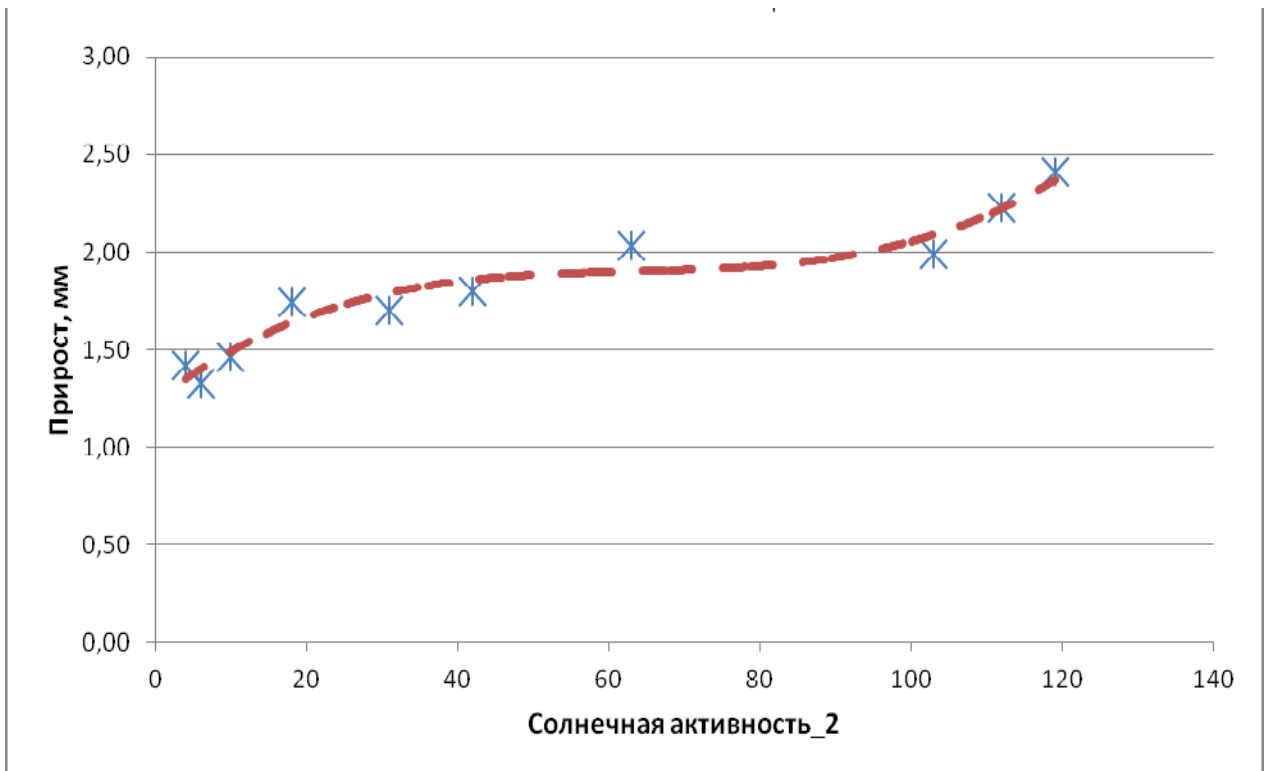


Рисунок 55 – Влияние солнечной активности спустя два года на радиальный прирост сосны (звёздочки – фактические значения, линия – расчетные значения прироста)

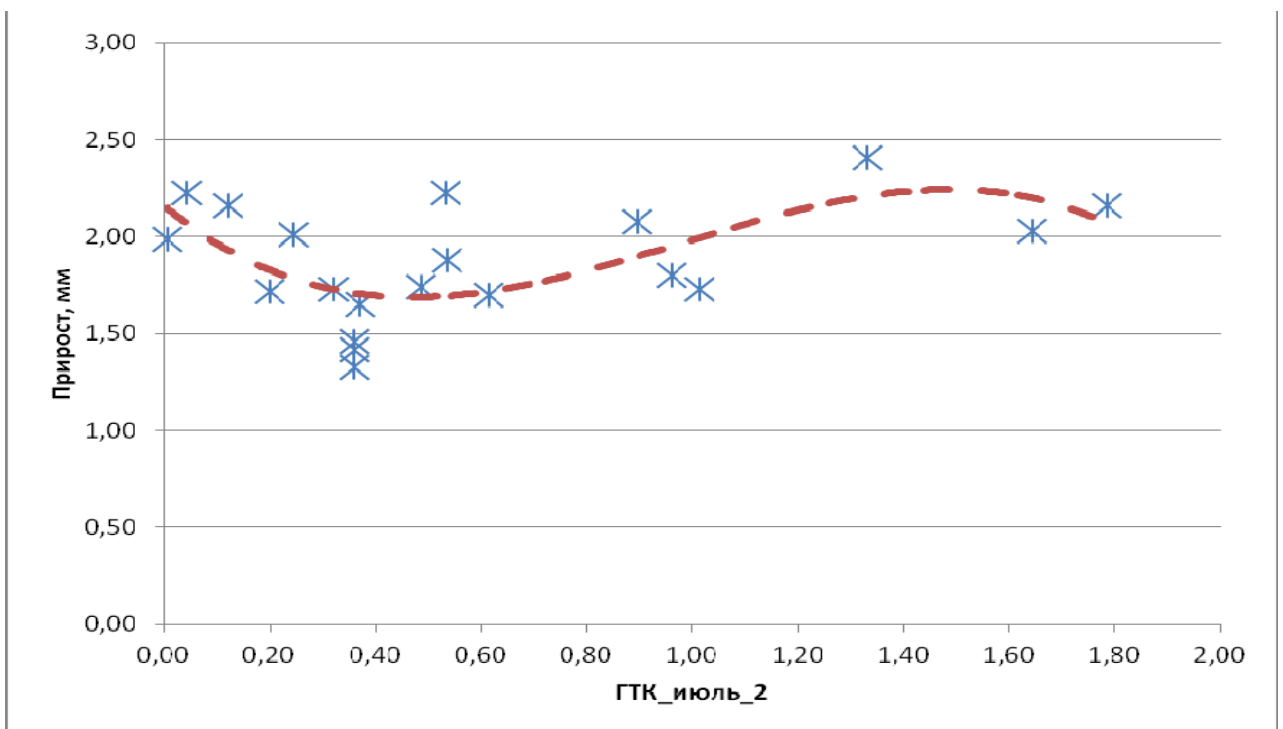


Рисунок 56 – Влияние ГТК июля на радиальный прирост сосны спустя два года (звёздочками показаны фактические значения, линия описывает расчетные значения). Параметры линии (уравнения) (табл. 44)

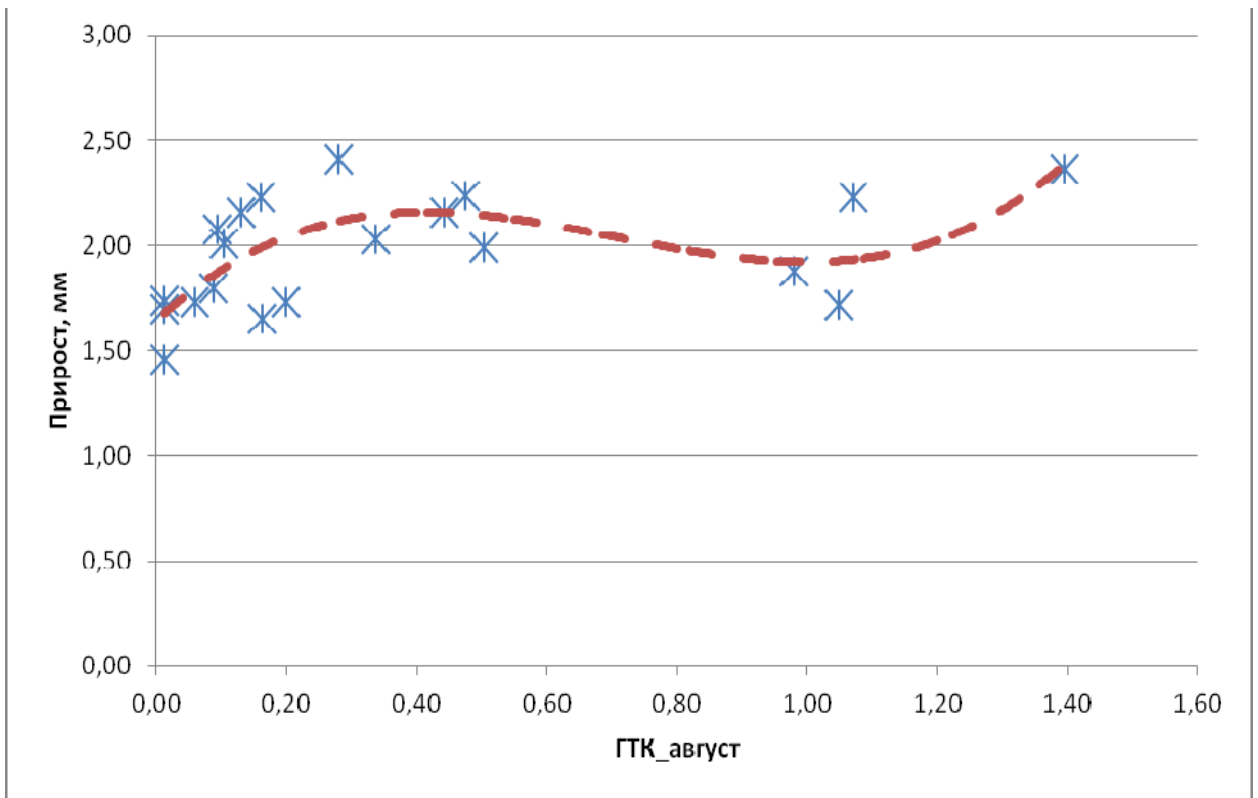


Рисунок 57 – Влияние ГТК_VIII на радиальный прирост сосны (звёздочки – фактические значения; линия – расчетные значения)

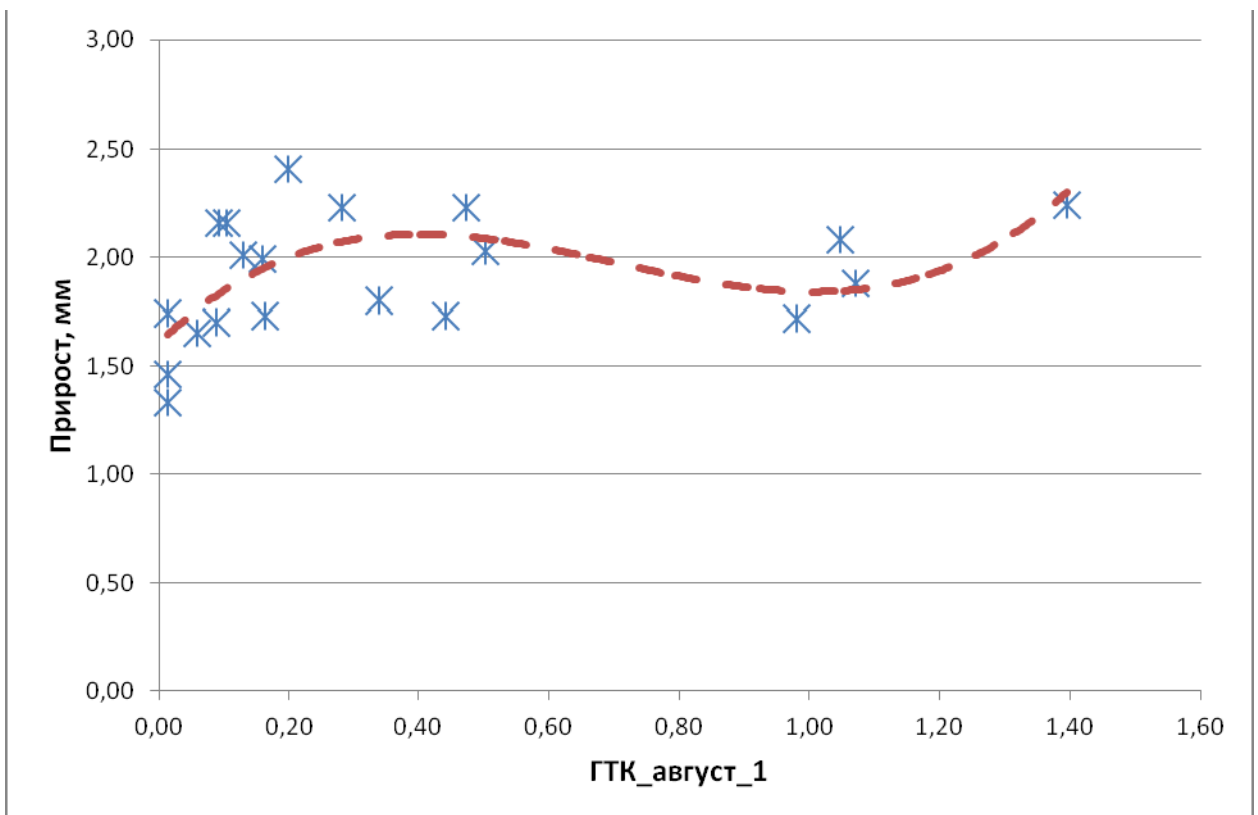


Рисунок 58 – Влияние ГТК_август спустя год на радиальный прирост сосны (звёздочки – фактические значения; линия – расчетные значения)

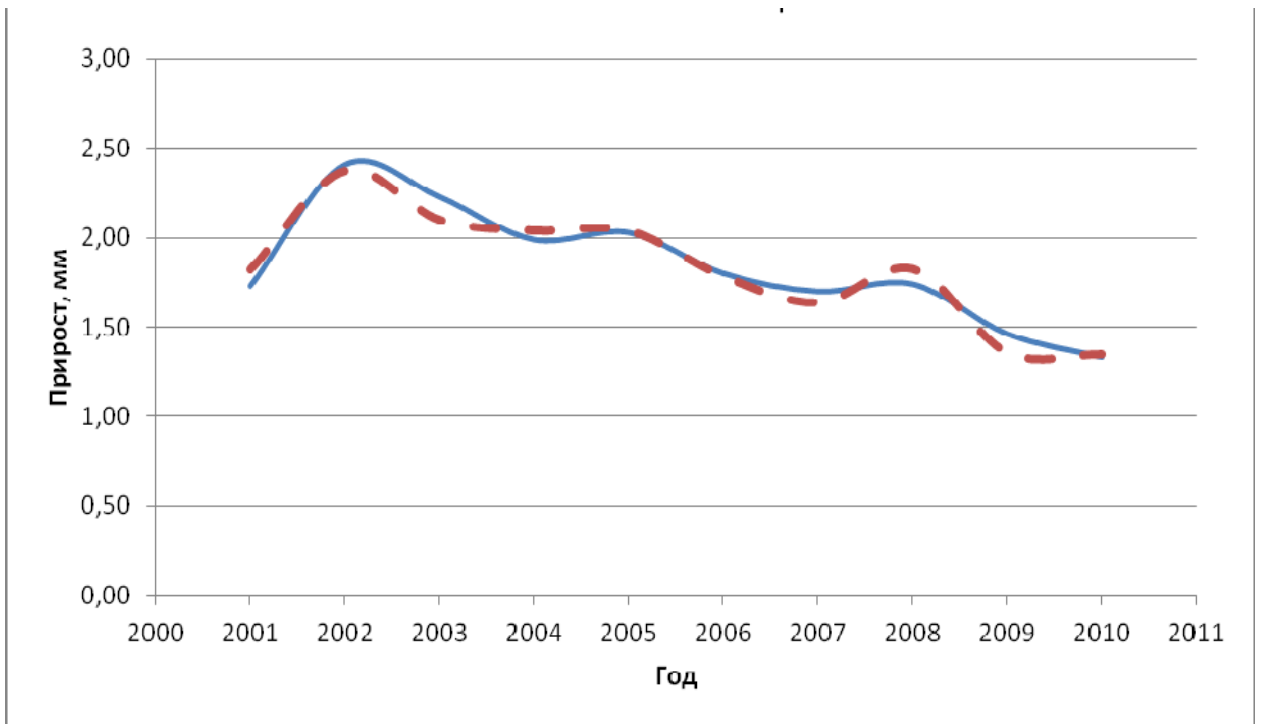


Рисунок 59 – Динамика прироста за 10 лет (сплошной линией показаны фактические значения прироста и прерывистой линией – расчетные значения, полученные по уравнению, табл. 43)

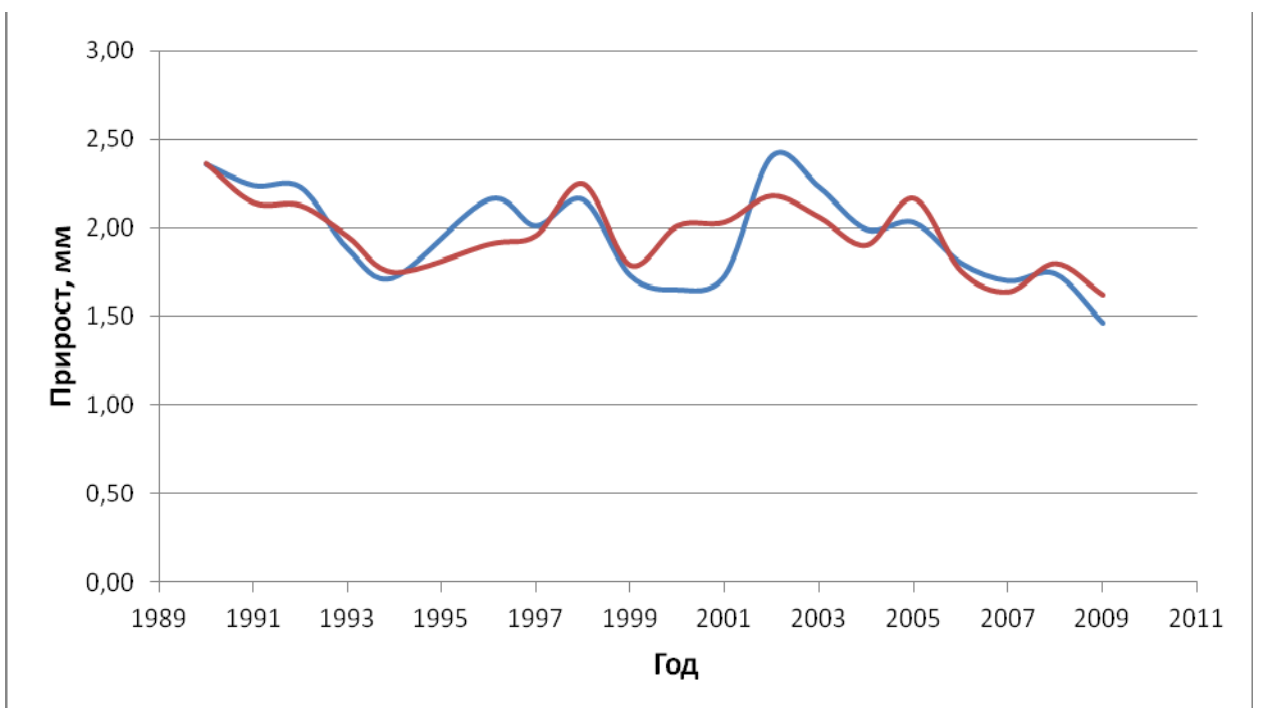


Рисунок 60 – Динамика прироста за 19 лет (сплошной линией показаны фактические значения прироста и прерывистой линией – расчетные значения, полученные по уравнению, табл. 46)

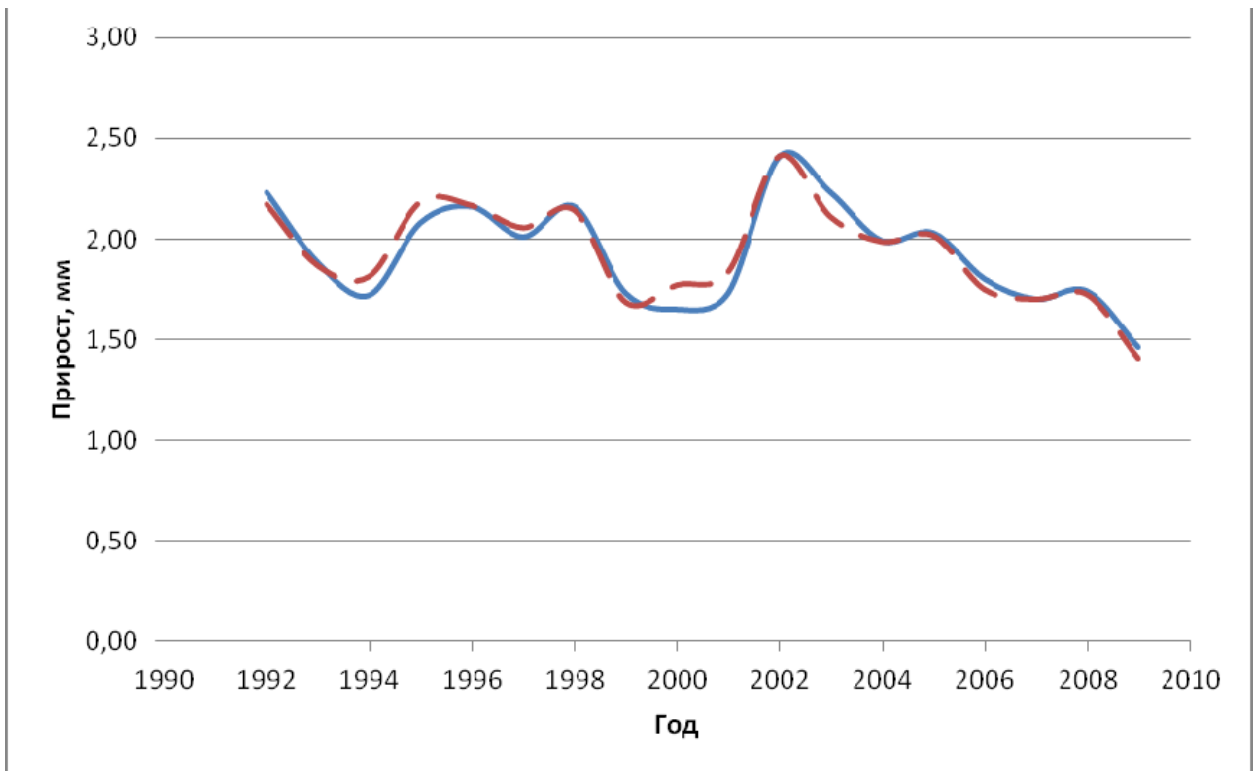


Рисунок 61 – Динамика прироста за 18 лет (сплошной линией показаны фактические значения прироста и прерывистой линией – расчетные значения, полученные по уравнению, табл. 45)

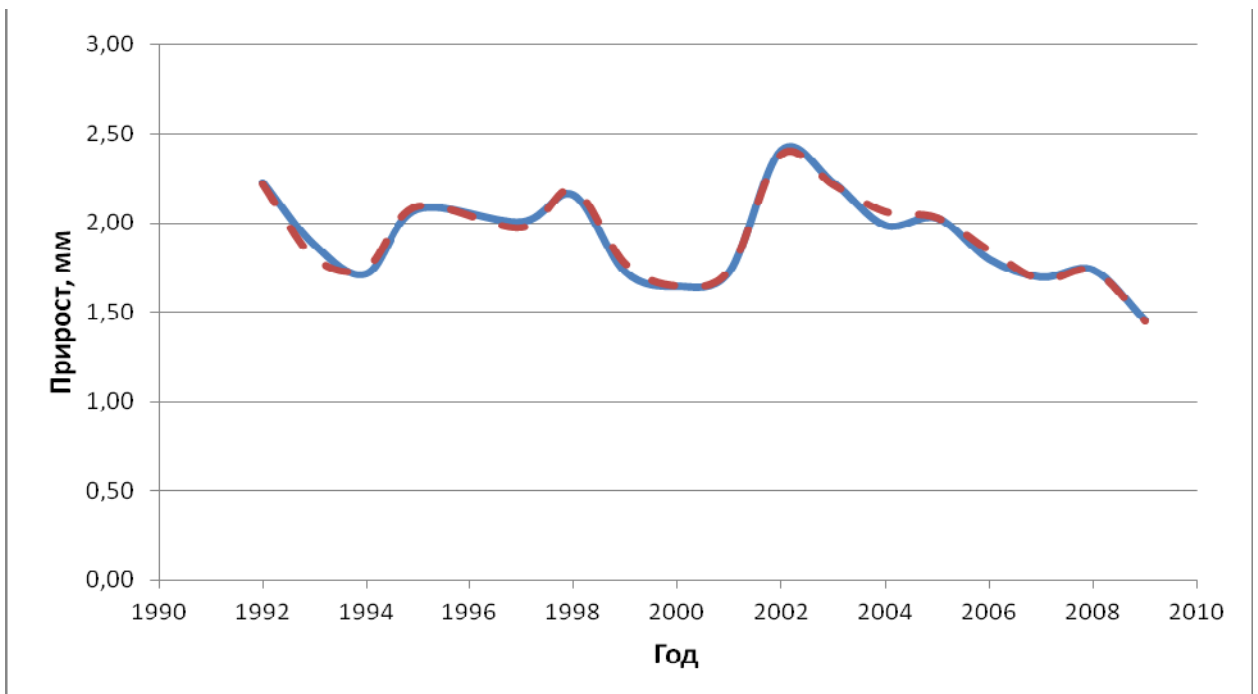


Рисунок 62 – Динамика прироста за 18 лет (сплошной линией показаны фактические значения прироста и прерывистой линией – расчетные значения, полученные по уравнению, табл. 47)

При проведении исследований влияния экологических факторов на радиальный прирост сосны обыкновенной было отмечено большое количество пораженных корневой губкой деревьев [304]. На ВПП выбирались деревья из 8 ступеней толщины (от 12 до 40). Каждая ступень толщины до 36 была представлена 19 деревьями, а ступень толщины 40 – 17. Так, из 150 проб без признаков гнили были только 55 деревьев, что составляет 36,7%.

Остальные 73,3% (95 деревьев) были с разными степенями гнили ствола. Так, по средним данным, у деревьев 12 – 18 лет (1995 – 2001 гг., диаметр 12 см) корневой губки не отмечено, у деревьев 30 – 40 лет (1973 – 1983 гг., диаметр 16 см) пораженность составила 10,5; у деревьев 35 – 46 лет (1967 – 1978 гг., диаметр 20 см) пораженность – 31,6; у деревьев 43 – 45 лет (1968 – 1970 гг., диаметр 24 см) пораженность – 68,4; у деревьев старше 45 лет (диаметр 28, 32, 36, 40 см) пораженность – 100%.

По протяженности гнили керна можно отметить, что у деревьев диаметром 16 см она составила в среднем от 9,3 до 10,1 мм, у деревьев диаметром 20 см – от 10,2 до 10,8 мм, у деревьев диаметром 24 см – от 10,7 до 20,3 мм, у деревьев диаметром 28 см она составила в среднем от 43,3 до 48,2 мм, у деревьев диаметром 32 см – от 50,9 до 61,4 мм, у деревьев диаметром 36 см – от 77,8 до 83,5 мм, у деревьев диаметром 40 см – от 94,6 до 99,2 мм (табл. 48).

Таблица 48 – Пораженность сосны обыкновенной корневой и сосновой губками в очагах массового размножения сосновых пилильщиков

Диаметр дерева, см	Возраст дерева, лет	% пораженности корневой губкой	Протяженность гнили в кjerne, мм	
			мин.	макс.
12	12 - 18	0	-	-
16	30 - 40	10,5	9,3	10,1
20	35 - 46	31,6	10,2	10,8
24	43 - 45	68,4	10,7	20,3
28	Старше 45	100	43,3	48,2
32	Старше 45	100	50,9	61,4
36	Старше 45	100	77,8	83,5
40	Старше 45	100	94,6	99,2

Корневая губка начиналась в корнях, у более старых деревьев заходила в нижнюю часть ствола, поднимаясь до 1,5 м. Плодовых тел сосновой губки не отмечено, но можно предположить, что у старых деревьев встречается смешанный тип заражения обоими губками. Корневая губка вызывает пеструю волокнистую гниль. В начальной стадии у молодых сосенок древесина окрашивается в красно-бурый цвет. У деревьев 30 – 40 лет отмечено наличие белых продолговатых пятен – «выцветов» – с темными центральными точками и черными полосками в древесине. У деревьев после 40 – 45 лет вместо белых пятен образуются пустоты, древесина становится волокнисто-ямчатой.

Взаимосвязь между массовым размножением листо-хвоегрызущими насекомыми и поражением деревьев гнилями очевидна. Наличие гнилей у дерева провоцирует ухудшение питания вследствие разрушения проводящих волокон, что ослабляет древесину и приводит к появлению филлофагов, и наоборот, наличие очагов массового размножения приводит к ослаблению насаждений, которые не могут сопротивляться нападению базидиальных грибов.

Деревья в результате сильного воздействия антропогенного загрязнения, перестойности и порослевого возобновления (защитные насаждения, где запрещены рубки, кроме санитарных; дуб находится под охраной, возможно лишь выпиливать сухостой) ослаблены или сильно ослаблены, что провоцирует массовое размножение насекомых вредителей, дополнительно ослабляющее деревья и способствующее развитию гнилей.

Гнили древесины растущих деревьев широко распространены в лесных насаждениях. Заражение деревьев осуществляется через различные повреждения коры стволов и корней (морозобойные трещины, пожарные подсушины, места отмерших сучьев, ошмыги и т. п.). Гнили – это болезни старых или ослабленных древостоев.

Заключение

Многообразие факторов естественного изменения климата делает актуальным применение метода дендрохронологии при изучении динамики прирос-

та деревьев по годичным кольцам. В динамике прироста древесины зафиксирована изменчивость как под влиянием абиотических процессов, так и под влиянием биотических отношений.

Практически повсеместно происходит деградация ранее высокопродуктивных дубрав до порослевых насаждений седьмой, восьмой генераций низкой продуктивности и качества.

На рост и развитие дубовых лесов оказывают отрицательное влияние периодически повторяющиеся сильные продолжительные морозы, а также засухи, ветры, обильные снегопады и ливневые дожди. Прослеживается зависимость прироста дуба в текущем году от того, насколько благоприятным для роста был предыдущий год. В сухом типе леса после особенно засушливых и жарких лет может наблюдаться депрессия прироста в течение нескольких последующих лет.

Радиальный прирост дуба зависит от вспышек массового размножения непарного шелкопряда, при которых наблюдается полная дефолиация дуба. Снижение радиального прироста у дуба наблюдается на следующий год от воздействия филлофагов. На радиальный прирост дуба влияет только вспышка массового размножения непарного шелкопряда, при которой наблюдается сильная дефолиация кроны, что приводит к снижению прироста на следующий год. Незначительное по площади увеличение численности непарного шелкопряда существенного воздействия на прирост не оказывает.

Также отмечено влияние солнечной радиации на радиальный прирост дуба черешчатого, которое в большей степени проявляется только через один или два года после воздействия.

Успешность произрастания дуба на территории Оренбургской области зависит от относительной влажности воздуха и ГТК. Отмечено, что сильнее на радиальный прирост дуба влияет ГТК августа, так как в течение нескольких последних лет на территории Южного Предуралья отмечаются засухи в июле и начале августа. ГТК в текущем году не оказывает влияния на радиальный прирост дуба черешчатого, на следующий год вероятность взаимосвязи существ-

венно увеличивается, спустя два года зависимость радиального прироста дуба и ГТК отрицательная. Существенным является именно ГТК августа, а не весенних месяцев, как указывает Д.В. Тишин [327]. По-видимому, сказывается достаточное увлажнение в начале периода вегетации в условиях Абдулинского лесничества.

Выявленная взаимосвязь солнечной активности и радиального прироста прослеживается в течение текущего года, следующего года и через два года.

Важную роль в динамике прироста сосны играют экотопические условия. Радиальный прирост сосны зависит от вспышек массового размножения сосновых пилильщиков, при которых наблюдается сильная дефолиация сосны.

Отмечено влияние солнечной активности на радиальный прирост сосны обыкновенной в условиях Оренбургской области. Солнечная активность оказывает более сильное воздействие на радиальный прирост спустя два года, что согласуется с данными А.А. Гурского [82].

На радиальный прирост сосны обыкновенной доказано влияние ГТК августа текущего и следующего года, ГТК июля спустя два года, а также частичное влияние ГТК июня спустя два года. Это подтверждается данными А.А. Гурского [82] о том, что относительная влажность воздуха и ГТК в большей мере оказывают влияние на величины индексов радиального прироста сосны обыкновенной.

Отмечено, что связь между радиальным приростом деревьев и климатическими параметрами не всегда однозначна, поскольку на прирост деревьев обычно влияет комплекс факторов.

При проведении парного анализа факторов, влияющих на рост и развитие древостоя, выявлено достоверное воздействие филлофагов, в частности площади очагов массового размножения, на состояние насаждений. При проведении многофакторного регрессионного анализа влияние климатических факторов установлено более сильное, чем воздействие насекомых. Мы рассматриваем климатические факторы как причину ослабления древостоя, а наличие филлофагов – симптом ослабления.

Основная экспериментальная и аналитическая работа, а также написание и публикация статей по данным разделам 7.1 и 7.2 были проведены диссертантом. Консультационная помощь была оказана Алексеем Юрьевичем Кулагиным, д.б.н., профессором (ФГБУН Институт биологии Уфимского научного центра РАН). Основные этапы работы были выполнены совместно с аспирантом Владимиром Раисовичем Сагидуллиным, инженером-лесопатологом (филиал ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Оренбургской области»), магистрантами и дипломниками. Соавторами публикаций были все коллеги, принимавшие непосредственное или консультационное участие в проводимых экспериментальных работах. Раздел 6.3 полностью выполнен лично диссертантом.

**ГЛАВА 8 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВСПЫШЕК МАССОВОГО
РАЗМНОЖЕНИЯ ФИЛЛОФАГОВ
НА ЗОНАЛЬНОМ ЭКОТОНЕ ЛЕСА И СТЕПИ**

В лесах Южного Предуралья проблемы лесопатологического мониторинга стоят достаточно остро. Не хватает финансирования для проведения сплошного мониторинга, поэтому мониторинг проводится выборочным методом со съемом информации с 895 пунктов постоянного наблюдения, заложенных в 278 стратах. В 2015 г. работы по проведению лесопатологического мониторинга филиалом ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Оренбургской области» не планировались и не проводились. Поэтому достаточно актуально своевременное прогнозирование очагов массового размножения опасных дендрофильных филлофагов как перспективная программа лесопатологического мониторинга.

8.1 Регрессионная модель для оценки очагов массового размножения филлофагов

С развитием математических методов и компьютерного обеспечения при исследовании влияния комплекса различных факторов на площадь очагов массового размножения филлофагов стала широко осуществляться концепция системного подхода на основе методов многомерного анализа. Из них наиболее широкое распространение получила техника классического регрессионного анализа как математического аппарата выявления многофакторных связей, что достаточно хорошо разработано [109, 227, 97, 98, 344]. Характерное отличие многомерных регрессий от других видов многомерного анализа состоит в том, что они дают аналитическое выражение исследуемых многофакторных закономерностей.

С целью статистической проверки предположения о влиянии климатических факторов на очаги массового размножения филлофагов был проведен ана-

лиз фактических данных очагов массового размножения пяти видов насекомых за последние 20 лет по программе многомерного регрессионного анализа. Для этого использовались логарифмические уравнения с различным числом входов. В качестве зависимой переменной использовались значения площади очагов массового размножения филлофагов (лиственных деревьев – непарный шелкопряд, златогузка, дубовая зелёная листовёртка и хвойных деревьев – рыжий сосновый пилильщик, звёздчатый пилильщик-ткач). В качестве независимых переменных использовались различные климатические характеристики (средняя годовая температура, средняя температура июля и января, сумма положительных температур за год, среднегодовая высота снежного покрова, среднегодовой показатель ГТК и отклонения от нормы у данных показателей, а также относительная влажность воздуха за вегетационный период и солнечная активность). Всего выбрано 14 показателей, из них 12 парных показателей, т.е. детерминирующих друг друга (например, среднегодовая температура и отклонение от нормы среднегодовой температуры).

Для проведения статистических расчетов использовался ряд прикладных компьютерных программ, главным образом, МО Excel, Stat Graphics plus, Statistica 6.0.

Южное Предуралье следует рассматривать как экотон. К тому же деревья и кустарники на данной территории находятся на грани экологической катастрофы в зоне экологического бедствия. Лесные насаждения практически повсеместно ослаблены и сильно ослаблены. Наши лесные экосистемы ввиду своей неустойчивости потеряли способность к саморегуляции и находятся в постоянном стрессе, их следует рассматривать как антропогенные системы, требующие постоянного надзора и ухода. Хвое- и листогрызущие филлофаги в таких экосистемах способны постоянно формировать вспышки массового размножения, занимая различные площади, где экологическая плотность насекомых близка к максимальной, дефолиация в очагах от 50 до 100%, поэтому в наших условиях адекватнее использовать площадь очагов массового размножения при рассмотрении различных зависимостей, т.к. проводится анализ воздействия не на от-

дельные деревья, а на древостой в целом.

Площадь очагов массового размножения – важный экономический показатель в борьбе с вредителями-филлофагами, когда расход препарата, аренда самолета и прочее рассчитывается на площадь очага филлофага, поэтому для нас приоритетен подход к прогнозированию именно по площади очага для своевременного назначения и проведения ежегодной истребительной борьбы.

В лесах Южного Предуралья, как отмечено ранее, всегда присутствуют листо- и хвоегрызущие филлофаги, формирующие вспышку каждый раз при наступлении благоприятных для каждого вида климатических условий. Кризис численности в наших условиях связан только с проведением истребительных мероприятий. Химическая или биологическая борьба в условиях Южного Предуралья проводится ежегодно в тех или иных районах (лесничествах), тем самым подавляется жизнеспособность естественных паразитов и хищников филлофагов, поэтому полного кризиса не наблюдается, и при благоприятных погодных условиях вспышка возникает вновь (приложение 23). Так, непарный шелкопряд (приложение 7 – 11) ежегодно формирует очаги массового размножения на территории Оренбургской области от 866 до 39727 га. Отсутствие очагов массового размножения в 2008 – 2010 гг. связано с проведением массовой истребительной борьбы и наступлением неблагоприятного погодного периода (сильные морозы в бесснежные зимы, засуха 2009 – 2010 гг.).

8.2 Регрессионный анализ связи очагов массового размножения филлофагов в лесных экосистемах зонального экотона леса и степи

Для определения тесноты связи между результативными и факториальными признаками нами проведен простой регрессионный анализ. В качестве результативного признака (зависимая переменная) была выбрана площадь очагов массового размножения филлофагов в период с 1991 по 2010 гг. включительно [307]. Факториальными признаками (независимые переменные) выступают климатические факторы, взятые за последние 20 лет в период с 1990 по

2009 гг. Расчеты проводились со сдвигом данных. Сдвиг между зависимой переменной и независимыми переменными применялся, исходя из соображения, что влияние климатических факторов на изучаемый признак проявляется лишь на следующий год после их действия. Хотя, как показали расчеты, разницы между такой группировкой и обычной группировкой без сдвига практически нет. Все данные для статистического анализа представлены в приложении 3.

Уравнение (1) называется уравнением регрессии прямой линии Y на X . Уравнения (2 – 4) – уравнения регрессии кривой линии Y на X . Уравнения (2 – 3) – логарифмические кривые, а уравнение (4) – кривая типа параболы [307].

С целью выявления, кривая (или прямая) какого типа наиболее полно описывает зависимость между искомыми переменными, было выбрано 4 вида уравнений регрессий (1 – 4):

$$Y = a + bX, \quad (1)$$

$$\ln Y = a - bX, \quad (2)$$

$$Y = a + b \ln X, \quad (3)$$

$$Y^2 = a + b2X, \quad (4)$$

где Y – искомый показатель площади очагов массового размножения филофагов в Оренбургской области, га (лиственных деревьев – непарный шелкопряд, златогузка и зелёная дубовая листовёртка; хвойных деревьев – рыжий сосновый пилильщик и звёздчатый пилильщик-ткач);

a и b – константы, a – общее начало отсчета, b – коэффициент частной регрессии;

X – четырнадцать климатических характеристик местности (приложение 3).

В качестве числового показателя простой линейной и криволинейной корреляции, указывающего на силу и направление связи X с Y , было решено использовать коэффициент корреляции (r). Это безразмерная величина, колеблющаяся в пределах от -1 до 1 . Если каждой величине X соответствует только определенная величина Y , то корреляционная связь переходит в функциональную, которую можно считать частным случаем корреляционной. При полных

связях, когда корреляционная связь превращается в функциональную, значение коэффициента корреляции равно для положительных, или прямых, связей $+1,0$, то есть при увеличении X величина Y в среднем увеличивается. Для отрицательных, или обратных, связей $-1,0$, то есть с увеличением X значение Y в среднем уменьшается. Чем ближе (r) к $+1$ или -1 , тем теснее корреляционная связь. Она ослабевает с приближением (r) к 0 . Когда $r = 0$, то между X и Y нет связи. Причем если у линейной регрессии $r = 0$, то у криволинейной регрессии она может приближаться к 1 . Именно поэтому используются 4 типа различных уравнений регрессии. Принято считать, что при $r < 0,3$ корреляционная зависимость между признаками слабая, r от $0,3$ до $0,7$ – средняя, а при $r > 0,7$ – сильная [227, 97].

Второй статистический показатель, используемый для анализа тесноты связи зависимой и независимой переменной, – коэффициент детерминации (R^2). Он представляет собой квадрат коэффициента корреляции (r^2) и показывает долю (%) тех изменений, которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора. Если зависимая переменная Y находится в причинной связи с независимой переменной X , то значение (R^2) показывает ту долю элементов в вариации Y , которая определена влиянием X [307].

В качестве проверочного критерия, определяющего существенность корреляционной связи между переменными, был выбран критерий Стьюдента (t_r). Если $t_{r\text{факт}} \geq t_{r\text{теор}}$, то корреляционная связь существенная, а когда $t_{r\text{факт}} < t_{r\text{теор}}$ – несущественная. Теоретическое значение критерия t находят по таблице Стьюдента. В данном случае при числе степеней свободы $n - 2 = 20 - 2 = 18$ $t_{r\text{теор}}$ при 5%-ном уровне значимости составит $2,1$, а при 1% – $2,88$. Также значение $t_{a\text{теор}}$ было рассчитано для параметра начала отсчета – a . Хотя часто величина a не имеет логического смысла, но при прочих равных статистических коэффициентах $t_{a\text{теор}}$ будет решать, будет ли выбрана модель для дальнейшего рассмотрения или нет [307].

При первичной обработке данных было рассчитано 280 уравнений простой (парной) регрессии. По 70 уравнений для каждого из 4 видов уравнений

регрессий и по 56 уравнений для каждого из 5 филлофагов. Расчеты парных связей проводились с учетом отклонений от нормы 6 климатических факторов (от среднегодовой температуры воздуха, от суммы положительных температур воздуха, от средней температуры января и июля, от нормы ГТК и от высоты снежного покрова), то есть для 14 показателей. В связи с тем, что отклонение от нормы может быть как с положительным, так и с отрицательным значением, включение этого показателя в регрессию парных связей не дает корректного результата, так как учитываются только положительные отклонения. Следовательно, число степеней свободы было бы значительно ниже, чем оно есть на самом деле, на число отклонений с отрицательным знаком. Таким образом, были внесены корректировки в расчеты парных связей путем исключения из них климатических факторов с отклонениями от норм. Общее число факторов с 14 уменьшилось до 8. Следовательно, общее число уравнений уменьшилось до 160. По 40 уравнений для каждого из 4 типов регрессий и по 32 уравнения для каждого из 5 филлофагов [307].

Именно по такому принципу построен дальнейший анализ полученных статистических показателей. Можно условно разделить его на вертикальный и горизонтальный анализ. Первый вид анализа – группировка данных построена в зависимости от типа уравнения регрессии для пяти филлофагов (приложение 4). В горизонтальном анализе данные сгруппированы в зависимости от вида филлофага для каждого из четырех уравнений (приложение 5). При подборе оптимального уравнения по каждому из 5 филлофагов для моделирования динамики площади очагов массового размножения с целью её прогноза приводятся таблицы с критерием Стьюдента (t) по каждой независимой переменной, т.е. доля влияния каждого фактора на изучаемый признак (приложение 6).

В приложениях (4, 5) для более наглядного представления статистических данных строки с коэффициентом корреляция разукрашены в разные цвета. Относительно сильная r – более 0,45 (тёмно-серый); относительно средняя r – от 0,25 до 0,44 (серый); относительно слабая r – от 0,10 до 0,24 (светло-серый). Та-

кое деление коэффициента корреляции по его величине условное, подходящее для конкретного исследования [307].

Сначала стоит рассмотреть вертикальную группировку статистических величин. Для этого данные из приложения 3 группируются в соответствии с двумя предложенными выше делениями коэффициента корреляции по его величине: одно деление предложено в данном исследовании, другое предложено А.К. Митропольским [227] и Б.Л. Доспеховым [97] (табл. 49).

При составлении таблицы 49 не учитывались филофаги, а также не принимались во внимание критерии Стьюдента при независимых переменных.

Таблица 49 – Распределение частот встречаемости величин коэффициента корреляции в зависимости от типа уравнения регрессии

Тип уравнения регрессии	1-е деление*	2-е деление**
$Y = a + bX$	Относительно сильное – 4 Относительно среднее – 11 Относительно слабое – 16 Σ – 31	Сильное – 0 Среднее – 9 Слабое – 22 Σ – 31
$\ln Y = a - bX$	Относительно сильное – 6 Относительно среднее – 9 Относительно слабое – 16 Σ – 31	Сильное – 0 Среднее – 10 Слабое – 21 Σ – 31
$Y = a + b \ln X$	Относительно сильное – 3 Относительно среднее – 7 Относительно слабое – 18 Σ – 28	Сильное – 0 Среднее – 9 Слабое – 19 Σ – 28
$Y^2 = a + b2X$	Относительно сильное – 5 Относительно среднее – 10 Относительно слабое – 18 Σ – 33	Сильное – 0 Среднее – 8 Слабое – 25 Σ – 33

* – деление, предложенное в данном исследовании;

** – деление, предложенное Митропольским А.К. [227] и Доспеховым Б.Л. [97].

Если судить по общей сумме частот, то наиболее приемлемое уравнение регрессии парной связи – кривая типа парабола. Однако большая часть частот у данного типа уравнения – это относительно слабые и слабые сопряженности. Такая же ситуация наблюдается у уравнения прямой линии. А вот у кривых логарифмического типа, несмотря на чуть меньшую общую сумму частот, часто-

ты с относительно сильной – сильной и относительно средней – средней сопряженности в итоговой сумме превышают повторяемость у других типов уравнений регрессии.

Следовательно, регрессионное уравнение логарифмической кривой наиболее полно описывает влияние климатических факторов на площадь очагов массового размножения филофагов.

Наиболее важным для данного исследования является горизонтальный анализ полученных статистических данных (приложение 5). С помощью данного анализа, исходя из величин коэффициентов корреляции, детерминации и критерия Стьюдента, выявляются наиболее подходящие для дальнейшего множественного регрессионного анализа независимые переменные из числа 8 климатических факторов и вид данного уравнения. Данный анализ проводился для каждого из пяти филофагов [307].

У непарного шелкопряда наивысшие значения (r) и (R^2) встречаются у кривой, описываемой уравнением вида $\ln Y = a + bX$, а конкретно у следующих климатических факторов: среднегодовая температура воздуха, солнечная активность, средняя температура января. В меньшей степени ГТК и влажность воздуха за вегетационный период. Заметим, что у других трех типов уравнений регрессии наибольшие значения статистических показателей наблюдаются у тех же факторов [303, 307].

Явными лидерами в порядке наибольшего влияния на площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда являются:

средняя температура января ($r = - 0,31$, $R^2 = 0,097$) – обратная корреляционная связь: то есть, чем холоднее, тем площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда становится меньше за счет гибели яиц в кладках;

солнечная активность ($r = - 0,28$, $R^2 = 0,08$) – связь отрицательная у всех типов уравнений парной регрессии. Это интересное открытие, значит, солнечная активность на рост и развитие шелкопряда оказывает губительное воздействие, и с его увеличением площадь очагов массового размножения насекомых должна уменьшаться;

среднегодовая температура ($r = -0,25$, $R^2 = 0,06$) – связь отрицательная, как и у средней температуры января, следовательно, чем теплее год, тем меньше будет площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда.

У всех факторов связь с площадью очагов массового размножения непарного шелкопряда слабая, иногда средняя, при этом нигде не существенна, даже на 5%-ном уровне значимости. Но все равно не учесть эти факторы нельзя.

Исходя из статистических показателей, наибольшее влияние на площадь очагов массового размножения златогузки оказывают:

солнечная активность – по всем четырём уравнениям коэффициент корреляции колеблется от 0,46 до 0,54, коэффициент детерминации – от 0,22 до 0,29. По всем типам уравнений при 5%-ном уровне значимости связь между переменными существенна, а у уравнения типа $Y = a + bX$ она существенна и при 1%-ном уровне значимости. У этого же типа уравнения наиболее сильная положительная корреляция (0,54) и говорит о том, что с увеличением солнечной активности площадь очагов массового размножения златогузки увеличивается;

коэффициент корреляции у средней температуры июля колеблется от -0,24 у уравнения типа парабола, до -0,61 в логарифмической кривой, к тому же у кривой типа $\ln Y = a - bX$ корреляционная связь между переменными существенна на 1%-ном уровне. Связь во всех уравнениях обратная, следовательно, с увеличением отклонения от нормы площадь очагов массового размножения златогузки уменьшается. Здесь наблюдается сильная корреляционная зависимость;

средняя температура воздуха января хоть и меньше коррелирует с площадью очагов массового размножения златогузки, но оставить без внимания эту связь нельзя. Она положительна и максимального значения достигает у того же уравнения, что и в предыдущем случае.

Наибольшее влияние на площадь очагов массового размножения зелёной дубовой листовёртки оказывает показатель среднегодовой температуры воздуха, коэффициент корреляции колеблется по уравнениям от -0,46 до -0,6, наибольшие значения достигаются у уравнений логарифмической кривой и у пара-

болы. Корреляционная связь – сильная, коэффициент детерминации достигает 50%. В двух типах уравнений связь существенна на 1%-ном уровне значимости, в одном – на 5%-ном, а у уравнения типа $\ln Y = a - bX$ связь несущественна даже на 5%-ном уровне значимости. Связь отрицательная, следовательно, с увеличением среднегодовой температуры воздуха площадь очагов массового размножения данного филлофага уменьшается [307].

У суммы положительных температур показатели статистических показателей ниже на 20 – 30%, чем у среднегодовой температуры. Но все равно корреляционная связь во всех случаях средняя, но незначима.

Аналогичным образом ведет себя коэффициент корреляции между средней температурой июля и площадью очагов массового размножения насекомых. Корреляция находится в коридоре от - 0,48 до - 0,59. Во всех четырех уравнениях связь существенна на 5%-ном уровне значимости. Связь отрицательная, следовательно, с увеличением температуры воздуха самого теплого месяца лета площадь очагов массового размножения зелёной дубовой листовёртки уменьшается [304].

Показатель ГТК оказывает существенное влияние (во всех уравнениях корреляционная связь средняя, кроме уравнения кривой типа $\ln Y = a - bX$, здесь связь слабая) на площадь очагов массового размножения данного филлофага. (r) колеблется от 0,24 до 0,49, максимум у параболы. Корреляционная связь на 5%-ном уровне существенна лишь в данном типе уравнения и у уравнения прямой линии. В целом связь положительная, с увеличением значения ГТК площадь очагов массового размножения насекомых увеличивается. Подобно ГТК ведет себя показатель влажности воздуха, но это объясняется тем, что в расчет ГТК включается показатель влажности.

У рыжего соснового пилильщика как хвойного филлофага можно отметить самые низкие статистические показатели у всех изучаемых факторов по всем уравнениям простой регрессии [302, 307]. Соответственно, связь между климатическими факторами и площадью очагов массового размножения насекомого несущественная. Это доказывается низкими значениями критерия

Стьюдента ($t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$).

Лишь у одного фактора при 5%-ном уровне значимости фактические значения критерия Стьюдента приближаются к этому значению ($t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$) – это средняя температура воздуха января. Во всех типах уравнений связь прямая, средней интенсивности или близкой к ней. Таким образом, можно с уверенностью констатировать, что чем теплее зима, тем больше площадь очагов массового размножения данного насекомого будет в текущем году.

Показатель влажности воздуха за вегетационной период оказывает значительно меньшее влияние на площадь очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика, чем температура января и ее отклонение, но данная связь устойчива во всех четырех уравнениях. Коэффициент корреляции колеблется от -0,21 до -0,28, наибольшее значение (r) наблюдается у параболы (средняя зависимость). Так как связь отрицательна, значит, чем выше влажность воздуха, тем меньше площадь очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика [307].

Солнечная активность оказывает влияние, но несущественное. Связь положительная и во всех случаях слабая, лишь у кривой вида $Y = a + b \ln X$ корреляционная связь ближе к средней зависимости ($r = 0,22$), следовательно, чем больше активность солнца, тем выше площадь очагов массового размножения филлофага.

В отличие от рыжего соснового пилильщика площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача тесно коррелирует с климатическими факторами как положительно, так и отрицательно. Наиболее тесная положительная связь наблюдается между зависимой переменной и высотой снежного покрова. Во всех случаях корреляционная зависимость средняя, но лишь в уравнении типа $\ln Y = a + bX$ она ближе к сильной и составляет 0,58. В данном случае при 1%-ном уровне значимости корреляционная связь существенна. Таким образом, чем выше высота снежного покрова, тем больше площадь очагов массового размножения насекомых будет в следующем сезоне.

Довольно сильная прямая связь наблюдается между искомым фактором и

солнечной активностью. Во всех уравнениях она средняя, лишь у $\ln Y = a + bX$ уровень связи низкий. Самая же высокая корреляция наблюдается у уравнения параболы 2-го порядка, $r = 0,48$, к тому же здесь она существенна на 5%-ном уровне. Следовательно, чем больше солнечная активность, тем больше площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача [307].

Корреляционная связь между суммой годовых положительных температур и искомым показателем отрицательная, близкая к средней степени, везде несущественна, наибольшее значение $r = -0,3$ у параболы.

Наиболее устойчивый фактор, в смысле колебания (r) по уравнениям регрессии, влажность воздуха за вегетационный период – от 0,24 до 0,26. Теснота связи близкая к средней, максимум наблюдается у параболы. Чем выше влажность воздуха, тем больше площадь очагов массового размножения насекомых.

Еще одним существенным фактором, влияющим на площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача, является средняя температура января, особенно ее отклонение от нормы. Видимо, это важный фактор для филофагов хвойных деревьев. Максимальный показатель $r = 0,37$ наблюдается у параболы. Чем теплее зима, тем больше будет площадь очагов массового размножения филофагов [307].

ГТК как сборный показатель не всегда ведет себя уверенно в качестве независимой переменной в уравнениях параболы 2-го порядка. Да и флуктуация коэффициента корреляции по другим уравнениям довольно значительна. Так, (r) у отклонения от нормы ГТК у кривой $Y = a + b \ln X$ равняется 0,43, это значит, что чем больше отклонение от нормы в сторону увеличения ГТК, тем больше насекомых.

Для детального анализа влияния климатических факторов на площадь очагов массового размножения пяти изучаемых филофагов, а также для выявления общих закономерностей по влиянию факторов на того или иного насекомого, составлена таблица 49, в которой представлены совокупности факторов, наиболее сильно влияющих на изучаемые признаки [302, 303, 307].

Таблица 50 – Комплекс климатических факторов по каждому филлофагу, наиболее сильно влияющих на их площадь очагов массового размножения

Климатический фактор (X)	r	R ²	t(X)	Тип уравнения регрессии
I. Филлофаги лиственных деревьев				
<i>1. Непарный шелкопряд(Y)</i>				
Средняя температура воздуха января (°C)	-0,31	0,097	1,27	lnY=a+bX
Среднегодовая температура воздуха (°C)	-0,29	0,084	1,25	Y=a+blnX
Солнечная активность (Вольф – W)	-0,28	0,08	1,14	lnY=a+bX
ГТК	0,24	0,06	1,04	Y ² =a+b2*X
<i>2. Златогузка(Y)</i>				
Средняя температура воздуха июля (°C)	-0,61	0,38	2,9	lnY=a+bX
Солнечная активность (Вольф – W)	0,54	0,29	2,64	Y=a+bX
Средняя температура воздуха января (°C)	0,45	0,2	1,89	lnY=a+bX
Высота снежного покрова (см)	-0,25	0,064	0,97	lnY=a+bX
<i>3. Зеленая дубовая листовёртка (Y)</i>				
Среднегодовая температура воздуха (°C)	-0,60	0,36	3,06	Y ² =a+b2*X
Средняя температура воздуха июля (°C)	-0,59	0,35	2,22	lnY=a+bX
ГТК	0,45	0,2	2,08	Y=a+bX
Относительная влажность воздуха (%)	0,43	0,18	1,96	Y ² =a+b2*X
Сумма годовых положительных температур воздуха (°C)	-0,43	0,19	1,97	Y ² =a+b2*X
II. Филлофаги хвойных деревьев				
<i>1. Рыжий сосновый пилильщик (Y)</i>				
Средняя температура воздуха января (°C)	0,35	0,12	1,54	lnY=a+bX
Относительная влажность воздуха (%)	-0,28	0,08	1,20	Y ² =a+b2*X
ГТК	-0,25	0,06	1,20	Y ² =a+b2*X
Солнечная активность (Вольф – W)	0,22	0,048	0,92	Y=a+blnX
<i>2. Звёздчатый пилильщик-ткач (Y)</i>				
Высота снежного покрова (см)	0,58	0,34	2,97	lnY=a+bX
Солнечная активность (Вольф – W)	0,48	0,23	2,25	Y ² =a+b2*X
Сумма годовых положительных температур воздуха (°C)	-0,30	0,09	1,31	Y ² =a+b2*X
Средняя температура воздуха января (°C)	0,37	0,13	1,62	Y ² =a+b2*X
Относительная влажность воздуха (%)	0,26	0,07	1,13	Y ² =a+b2*X

* r – коэффициент корреляции, R² – коэффициент детерминации, t(a) и t(X) критерии Стьюдента для общего начала воздействия и климатического фактора, соответственно.

Таблица 50 подтверждает выводы вертикального анализа о том, что наиболее оптимальный тип уравнения регрессии – логарифмический, практически у всех филлофагов, а у филлофагов хвойных деревьев наиболее оптимальным является уравнение типа парабола, хотя таблица построена на максимальных значениях, даже если они превышают тот же фактор у другого типа уравнения регрессии на десятые и сотые доли коэффициента корреляции. Таким образом,

оптимальное уравнение – логарифмическое.

Наиболее сильное влияние на площадь очагов массового размножения филлофагов оказывают температурные факторы. Особенно это проявляется у филлофагов лиственных деревьев. Так, на площадь очагов массового размножения златогузки и дубовой зелёной листовёртки наибольшее влияние оказывает средняя температура воздуха июля.

Среднегодовая температура воздуха оказывает сильное влияние на площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда и листовёртки. Корреляционная связь во всех случаях отрицательная. Повышение температуры и ее превышение от нормы положительно сказывается на фитосанитарном состоянии, особенно в самый теплый месяц лета.

Что же касается температурного режима и филлофагов хвойных деревьев, то в этом случае наблюдается тесная прямая связь между изучаемым признаком и отклонением от нормы средней температуры воздуха января. Особенно это видно у рыжего соснового пилильщика. Таким образом, чем теплее зима и в частности самый холодный ее месяц – январь, тем больше будет филлофагов хвойных деревьев [307].

После температурных факторов солнечная активность по влиянию на площадь очагов массового размножения филлофагов – на втором месте. Исключение из общей тенденции – зелёная дубовая листовёртка. Солнечная активность практически не оказывает никакого влияния на площадь очагов этого насекомого.

У хвойных филлофагов и у златогузки – связь положительная. У непарного шелкопряда наблюдается противоположный тренд. Чем сильнее активность солнца, тем меньше площадь очагов массового размножения этого насекомого. Относительная влажность воздуха оказывает влияние на площадь очагов массового размножения хвойных филлофагов и одного из лиственных – дубовой листовёртки. В одном случае связь обратная, в двух других – прямая [307].

Величина коэффициента корреляции у высоты снежного покрова значительна у златогузки и звёздчатого пилильщика-ткача. Чем более снежная зима,

тем больше будет насекомых данных видов. Чтобы установить взаимную корреляцию между климатическими факторами, решено провести первую стадию анализа по методу главных компонент [99, 133]. Главными компонентами выступают изучаемые факторы. Для подтверждения ошибочности взятия в качестве независимых переменных отклонений от норм проведен анализ для всех 14 факторов, а не для 8. Была составлена корреляционная матрица парных связей (табл. 51). Данная матрица является односторонней, поскольку нижняя ее часть будет дублировать верхнюю. Очевидно, что два одинаковых фактора коррелируют между собой на 100%, следовательно, вводится число 1. Из матрицы видно, что 6 факторов, у которых есть отклонения от нормы, на 100% коррелируют с этим отклонением. Следовательно, для множественной регрессии рекомендуется выбрать только один из этих факторов, а так отклонения по описанным выше причинам не удовлетворяют точности исследования. Следовательно, для модели множественной регрессии можно взять лишь факторы как они есть, а не их отклонения от нормы. С целью окончательного определения, какие независимые переменные будут использоваться для множественной регрессии, определено, насколько тесно коррелируют между собой рассматриваемые факторы. Прежде всего, интересна взаимная корреляция температурных факторов. Корреляционная связь между среднегодовой температурой и суммой положительных температур воздуха сильная и составляет $r = 0,71$. Следовательно, два данных показателя не следует включать в общую модель [307].

Связь среднегодовой температуры со средней температурой января абсолютно несущественна, а вот со средней температурой июля связь средняя, близкая к слабой. Интересная ситуация складывается у двух, на первый взгляд, недетерминированных факторов – среднегодовой температуры и высоты снежного покрова, корреляционная связь между ними достигает 50%.

Если же посмотреть на отрицательный знак коэффициента корреляции, то становится ясным, что чем холоднее годовая температура, тем больше будет выпадать твердых осадков в виде снега. Следовательно, нужно с особой осторожностью включать два данных показателя в модель [307].

Таблица 51 – Корреляционная матрица парных связей климатических факторов (главных компонент)

У	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1*	1	1	0,71	0,71	0,021	0,021	0,39	0,39	-0,35	0,35	-0,49	-0,49	0,21	-0,37
2		1	0,71	0,71	0,021	0,021	0,39	0,39	-0,35	0,35	-0,49	-0,49	0,21	-0,37
3			1	1	-0,37	-0,37	0,32	0,32	-0,66	0,66	-0,37	-0,37	-0,41	-0,68
4				1	-0,37	-0,37	0,32	0,32	-0,66	0,66	-0,37	-0,37	-0,42	-0,68
5					1	1	-0,1	-0,1	0,28	0,28	0,004	0,004	0,47	0,35
6						1	-0,1	-0,1	0,28	0,28	0,004	0,004	0,47	0,35
7							1	1	-0,22	0,22	-0,2	-0,2	0,19	-0,46
8								1	-0,22	0,22	-0,2	-0,2	0,19	-0,46
9									1	1	0,22	0,22	0,33	0,92
10										1	0,22	0,22	0,33	0,92
11											1	1	-0,11	0,3
12												1	-0,11	0,3
13													1	0,29
14														1

* Цифрами обозначены климатические факторы: 1 – среднегодовая температура воздуха, °С; 2 – отклонение от нормы среднегодовой температуры воздуха, °С; 3 – сумма годовых положительных температур воздуха, °С; 4 – отклонение от нормы суммы положительных температур воздуха, °С; 5 – средняя температура воздуха января, °С; 6 – отклонение от нормы средней температуры воздуха января, °С; 7 – средняя температура воздуха июля, °С; 8 – отклонение от нормы средней температуры воздуха июля, °С; 9 – ГТК; 10 – отклонение от нормы ГТК; 11 – высота снежного покрова, см; 12 – отклонение от нормы высоты снежного покрова, см; 13 – солнечная активность, Вольф – W; 14 – относительная влажность воздуха за вегетационный период, %.

Высокая степень парной корреляции наблюдается между показателями суммы положительных температур воздуха, с одной стороны, и с другой стороны – показателем ГТК и относительной влажностью воздуха. В обоих случаях связь обратная, достигает значения $r = -0,7$. Их не рекомендуется использовать в одной модели. Самую высокую степень парной корреляции можно отметить между ГТК и относительной влажностью воздуха, до 92%. Это объяснимо тем, что показатель ГТК – это сборный коэффициент, при расчете которого используется влажность воздуха, следовательно, их категорически нельзя использовать вместе в одном уравнении регрессии.

Была составлена таблица 52, в которой учтены все вышеописанные исключения из матрицы парных корреляций, при которых нельзя использовать сильно коррелирующие между собой факторы [307]. Стоит отметить, что парные корреляционные связи со средней и особенно сильной корреляцией можно заменять друг на друга для получения более адекватной модели.

Таблица 52 – Пары климатических факторов, которые нельзя использовать совместно при моделировании динамики площади очагов массового размножения филофагов

1-й фактор	2-й фактор	Теснота корреляционной связи (r)	Степень корреляции	Примечания
1*	3	0,71	сильная	нет
1	11	-0,49	средняя	осторожно
3	9	-0,66	сильная	нет
3	14	-0,68	сильная	нет
5	13	0,47	средняя	осторожно
7	14	0,46	средняя	осторожно
9	14	0,92	оч. сильная	нет

* Цифрами обозначены климатические факторы: 1 – среднегодовая температура воздуха, °С; 3 – сумма годовых положительных температур воздуха, °С; 5 – средняя температура воздуха января, °С; 7 – средняя температура воздуха июля, °С; 9 – ГТК; 11 – высота снежного покрова, см; 13 – солнечная активность, Вольф – W; 14 – относительная влажность воздуха за вегетационный период, %

Климатические факторы влияют на площадь очагов насекомых не по отдельности, а в комплексе. К тому же в процессе их действия на насекомых они

еще влияют и друг на друга. Именно поэтому одного лишь простого регрессионного анализа недостаточно для выявления полной картины взаимодействия факторов и изучаемого признака. В этом случае можно использовать многомерный регрессионный анализ. На основании результатов парного регрессионного анализа путем последовательной постановки наиболее оптимальных климатических показателей необходимо выявить наиболее оптимальные уравнения множественной регрессии для каждого из пяти изучаемых филлофагов [299, 300, 307].

Для непарного шелкопряда рассмотрим 4 уравнения регрессии (5 – 8). Данные уравнения были рассчитаны для двух массивов: без сдвига данных и со сдвигом.

$$\ln(Nsh) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln Mt, \quad (5)$$

$$\ln(Nsh) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln Mt + a_3\ln Snow, \quad (6)$$

$$\ln(Nsh) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln Mt + a_3\ln Snow + a_4\ln f, \quad (7)$$

$$\ln(Nsh) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln Snow + a_3\ln f, \quad (8)$$

где Nsh – искомый показатель площади очага массового размножения непарного шелкопряда по Оренбургской области, га (зависимая переменная);

$MtJan$ – средняя температура воздуха января, °С;

Mt – среднегодовая температура воздуха, °С;

$Snow$ – среднегодовая высота снежного покрова, см;

f – относительная влажность воздуха за вегетационный период, %.

Полученные в результате расчетов значения R^2 , SE , а также константы при независимых переменных показаны в таблице 53.

Уравнения (5 – 8) представляют собой вариации логарифмической регрессии, так как такой вид уравнения дает максимальную тесноту связи между зависимой и независимыми переменными.

Для проверки адекватности уравнений регрессии использованы коэффициент детерминации (R^2) и средняя квадратичная ошибка (SE). Коэффициент детерминации (R^2) является более непосредственным и прямым способом вы-

ражения зависимости одной величины от других и в этом отношении он предпочтительнее коэффициента корреляции (r).

Таблица 53 – Характеристика уравнений (5 – 8)

Зависимая переменная	Константа при независимых переменных					R ²	SE
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄		
Без сдвига данных							
Уравнение (5)							
ln(Nsh)	7,5938	- 0,2036	- 0,5946	-	-	0,461	0,873
Уравнение (6)							
ln(Nsh)	16,2627	- 0,2150	- 1,3924	- 2,3915	-	0,584	0,796
Уравнение (7)							
ln(Nsh)	- 0,6122	- 0,2558	- 0,9452	- 2,6058	4,0045	0,651	0,758
Уравнение (8)							
ln(Nsh)	- 7,4873	- 0,2713	- 2,1224	4,9177	-	0,619	0,762
Со сдвигом данных							
Уравнение (5)							
ln(Nsh)	7,5688	- 0,2047	- 0,5831	-	-	0,458	0,906
Уравнение (6)							
ln(Nsh)	16,5025	- 0,2205	- 1,3733	- 2,4886	-	0,588	0,822
Уравнение (7)							
ln(Nsh)	- 6,4116	- 0,2877	- 0,7174	- 2,9704	5,5460	0,694	0,740
Уравнение (8)							
ln(Nsh)	- 12,1567	- 0,3030	- 2,6648	6,4073	-	0,676	0,729

Судя по коэффициенту множественной детерминации (R^2), вариация площади очагов массового размножения филофагов связана от 46,1 до 65,1% (без сдвига данных) и от 45,8 до 69,4 (со сдвигом данных) с действием изучаемых факторов. От 53,9 до 34,9% (без сдвига данных) и от 54,2 до 30,6% (со сдвигом данных) вариации ($1-R^2$) не может быть объяснено влиянием этих переменных. Таким образом, модели с двумя входами не в полной мере описывают влияние независимых переменных на зависимую. При добавлении в модель третьей и четвертой переменной адекватность моделей увеличивается примерно по 10% в абсолютных величинах. К тому же видно, что разница в значениях коэффициента детерминации между группировкой без сдвига и со сдвигом имеется в пользу второго. Особенно это видно у уравнений (7) и (8).

Стандартная ошибка коэффициента корреляции (SE) показывает надежность корреляции между результативным и факториальным признаками. Пока-

затели SE и R^2 являются взаимодополняющими. Тем не менее, стандартная ошибка колеблется в более широких диапазонах, чем коэффициент детерминации. Чем больше значение R^2 , тем меньше значение SE. Во всех случаях значение данной ошибки находится в допустимых пределах. В моделях, рассчитанных со сдвигом данных, данная ошибка меньше, чем в расчетах без сдвига. А чем меньше данная ошибка, тем надежнее изучаемая модель [195].

В заключение комплексного анализа взаимосвязи переменных уравнений множественной регрессии оценим значимость множественной корреляции по F-критерию, или критерию Фишера. В таблице 54 приведены все необходимые показатели для расчета F-критерия, в том числе и сам критерий [299, 300, 307].

Таблица 54 – Расчет F-критерия для уравнений (5 – 8)

№ уравнения	n-v*	v-1	$F_{теор(0,5)}$	$F_{теор(0,1)}$	$F_{факт}$
<i>Без сдвига данных</i>					
5	13	2	3,80	6,7	5,98
6	12	3	3,49	5,95	6,08
7	11	4	3,36	5,67	5,60
8	12	3	3,49	5,95	7,03
<i>Со сдвигом данных</i>					
5	12	2	3,80	6,7	5,49
6	11	3	3,49	5,95	5,71
7	10	4	3,36	5,67	6,25
8	11	3	3,49	5,95	8,36

* n – объем выборки, v – число признаков (зависимая и независимые переменные).

Нулевая гипотеза о равенстве множественного коэффициента корреляции в совокупности принимается нулю ($H_0 : r = 0$), если $F_{факт} < F_{теор}$, и отвергается, если $F_{факт} \geq F_{теор}$.

Таким образом, взаимосвязь между площадью очагов массового размножения филофагов и климатическими факторами значима на 1%-ном уровне во всех уравнениях, кроме уравнения (5 – 6) ($F_{факт} < F_{теор(0,1)}$).

Во всех уравнениях взаимосвязь значима на 5%-ном уровне ($F_{факт} > F_{теор(0,1)}$). Показатели критерия Фишера у массива со сдвигом данных несколько выше, чем у аналогичных уравнений, рассчитанных для массива без сдвига

данных.

Для проверки влияния климатического фактора на площадь очагов массового размножения филофагов для каждого фактора множественной регрессии в отдельности был использован другой статистический показатель – критерий Стьюдента (t). Был выбран удовлетворяющий условиям 5%-ный уровень значимости. Следовательно, статистическая надежность в данном случае составляет 95%. Исходя из имеющегося числа степеней свободы в данных уравнениях, при 5%-ном уровне значимости теоретическое значение критерия Стьюдента будет колебаться в районе 2 ($t_{теор}=2$).

Таким образом, для оценки существенности связи независимой с зависимой переменной необходимо, чтобы удовлетворялось следующее условие: $t_{факт} \geq t_{теор(0,5)} = 2$. Если данное условие выполняется, то корреляционная связь существенная, а когда $t_{факт} < t_{теор(0,5)}$ – несущественная [242].

Полученные в результате расчетов уравнения (5 – 8) значения R^2 и критерия Стьюдента при независимых переменных показаны в таблице 55 [299, 300, 307].

Таблица 55 – Значения R^2 и t уравнения (5 – 8)

Зависимая переменная	R^2	t_{Const}	t_{MJan}	t_{Mt}	t_{Snow}	t_f
Без сдвига данных						
Уравнение (5)						
ln(Nsh)	0,461	4,47	3,21	0,69	-	-
Уравнение (6)						
ln(Nsh)	0,584	3,49	3,70	1,57	1,96	-
Уравнение (7)						
ln(Nsh)	0,651	0,051	4,16	1,06	2,23	1,52
Уравнение (8)						
ln(Nsh)	0,619	0,74	4,52	-	1,96	1,97
Со сдвигом данных						
Уравнение (5)						
ln(Nsh)	0,458	4,49	3,06	0,64	-	-
Уравнение (6)						
ln(Nsh)	0,588	3,41	3,60	1,50	1,95	-
Уравнение (7)						
ln(Nsh)	0,694	0,51	4,43	0,81	2,53	1,96
Уравнение (8)						
ln(Nsh)	0,676	1,20	4,95	-	2,43	2,48

Если не учитывать величину критерия Стьюдента у константы, то практически во всех уравнениях климатические факторы значимы на 5%-ном уровне допуска, что говорит о существенном вкладе каждой из них в степень изменчивости изучаемого фактора.

Лишь у среднегодовой температуры воздуха величина данного критерия незначительна. Но при этом играет большую роль в целом, поскольку его удаление из уравнений отрицательным образом сказывается на связи независимых переменных с зависимой. Но все равно при расчете уравнения (8) данный фактор был исключен. И именно данный вид уравнения был принят за основу, дающую представление о влиянии факторов на динамику площади очагов массового размножения непарного шелкопряда. Заметим, что абсолютные значения критерия Стьюдента несколько выше у уравнений, рассчитанных для массива со сдвигом данных. Хотя здесь это во многом связано с меньшим числом степеней свободы (на одну). Исходя из таблиц 53, 54 и 55, было принято, что дальнейшие расчеты моделей динамики численности филофагов будут проводиться, как и простой парный регрессионный анализ, по массиву со сдвигом данных [299, 300, 307].

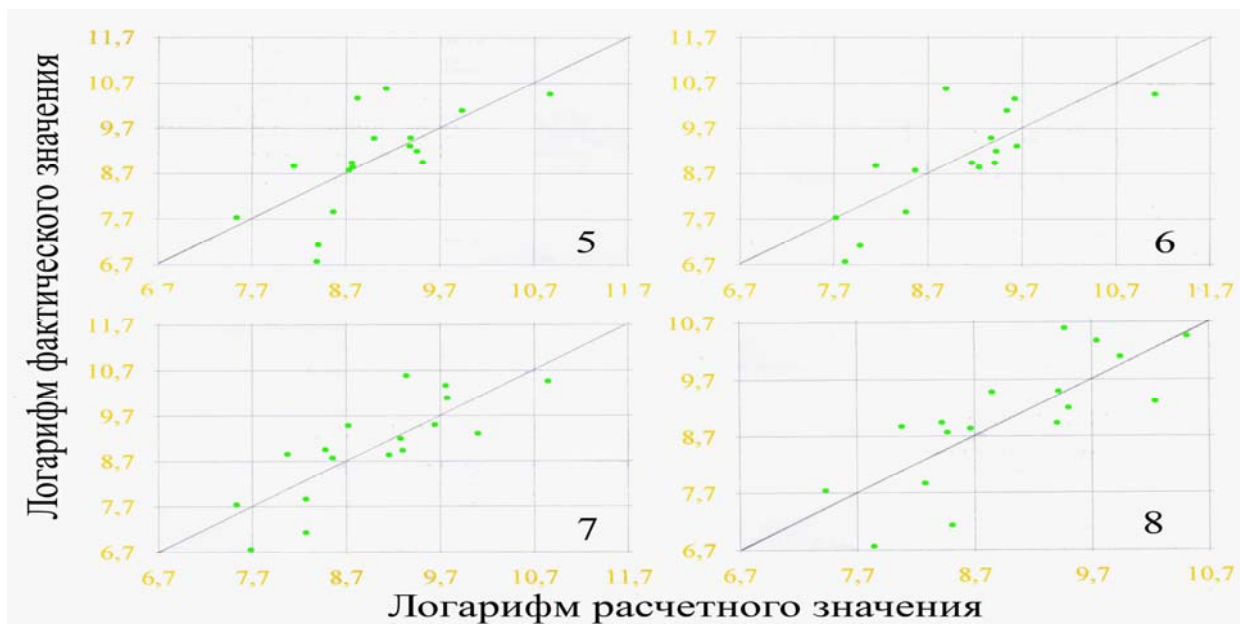


Рисунок 63 – Соотношение фактических и расчетных значений зависимой переменной в уравнениях (5 – 8) для непарного шелкопряда с группировкой данных без сдвига

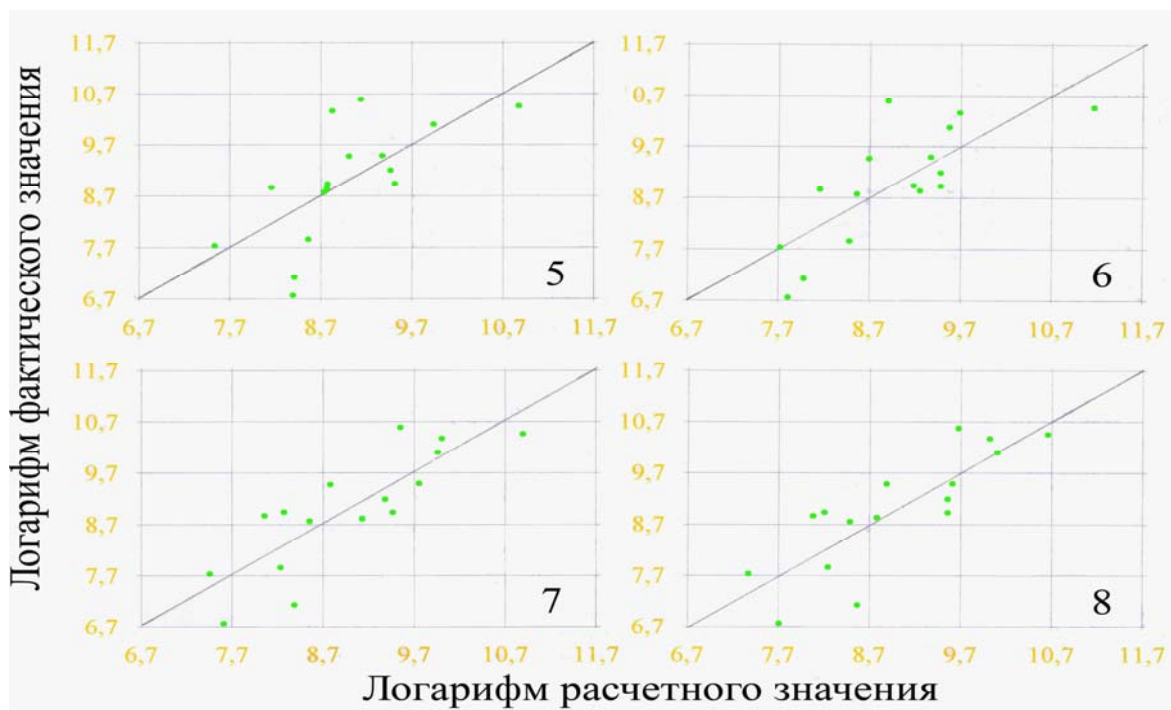


Рисунок 64 – Соотношение фактических и расчетных значений зависимой переменной в уравнениях (5 – 8) для непарного шелкопряда с группировкой данных со сдвигом

Для наглядного представления большей адекватности уравнений (7) и (8) представим графики остатков уравнений (5 – 8) на рисунке 63 и рисунке 64 для массива без сдвига и со сдвигом данных соответственно.

Для златогузки рассмотрим три логарифмических уравнения регрессии:

$$\ln(Zg) = a_0 + a_1 \ln MtJul + a_2 \ln San, \quad (9)$$

$$\ln(Zg) = a_0 + a_1 \ln MtJul + a_2 \ln San + a_3 \ln Snow, \quad (10)$$

$$\ln(Zg) = a_0 + a_1 \ln MtJul + a_2 \ln San + a_3 \ln Snow + a_4 \ln GTK, \quad (11)$$

где Zg – искомый показатель площади очага массового размножения златогузки по Оренбургской области, га (зависимая переменная);

$MtJul$ – средняя температура воздуха июля, °C;

San – солнечная активность, Вольф – W;

$Snow$ – среднегодовая высота снежного покрова, см;

GTK – гидротермический коэффициент.

Полученные в результате расчетов значения R^2 , SE, а также константы

при независимых переменных показаны в таблице 56 [299, 300, 307].

Судя по коэффициенту множественной детерминации (R^2) вариация площади очагов массового размножения златогузки у уравнений (9 – 11) от 62,6 до 82,0% связана с действием изучаемых климатических факторов, и от 37,4 до 18% вариации ($1-R^2$) не может быть объяснено влиянием этих переменных.

Таблица 56 – Характеристика уравнений (9 – 11)

Зависимая переменная	Константа при независимых переменных					R^2	SE
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4		
Уравнение (9)							
ln(Zg)	28,7975	- 8,3357	0,3910	-	-	0,626	0,729
Уравнение (10)							
ln(Zg)	41,6877	- 10,2525	0,6280	- 2,4892	-	0,769	0,684
Уравнение (11)							
ln(Zg)	48,1137	- 12,6453	0,6744	- 2,4007	- 0,9212	0,820	0,634

Чем больше факторов включено в множественную регрессию, тем более адекватной она становится, при этом уменьшается стандартная ошибка (SE), но незначительно. При этом видим, что добавление в уравнение (11) четвертой независимой переменной – ГТК – ненамного увеличивает детерминацию и понижает ошибку [299, 300, 307].

В таблице 57 приведены все необходимые показатели для расчета F-критерия, в том числе и сам критерий.

Таблица 57 – Расчет F-критерия для уравнений (9 – 11)

№ уравнения	$n-v^*$	$v-1$	$F_{теор(0,5)}$	$F_{теор(0,1)}$	$F_{факт}$
9	12	2	3,88	6,93	10,05
10	11	3	3,59	6,22	12,23
11	10	4	3,48	5,99	11,37

* n – объем выборки, v – число признаков (зависимая и независимые переменные).

У уравнения (9 – 11) взаимосвязь значима на 5%-ном и на 1%-ном уровне ($F_{факт} > F_{теор(0,1)}$). Полученные в результате расчетов уравнений (9 – 11) значения R^2 и критерий Стьюдента при независимых переменных показаны в таблице 58.

В уравнении (9) величина значения критерия Стьюдента у независимой переменной солнечной активности находится на несущественном уровне. Такая же ситуация наблюдается у переменной ГТК у уравнения (11). У других же переменных во всех уравнениях связь существенна даже на 1%-ном уровне значимости. В связи с вышесказанным в качестве основной модели было выбрано уравнение (10) [299, 300, 307].

Таблица 58 – Значения R^2 и t уравнений (9 – 11)

Зависимая переменная	R^2	t_{Const}	t_{MtJul}	t_{San}	t_{Snow}	t_{GTK}
Уравнение (9)						
$\ln(Zg)$	0,626	4,20	3,79	1,87	-	-
Уравнение (10)						
$\ln(Zg)$	0,769	5,02	4,67	3,06	2,47	-
Уравнение (11)						
$\ln(Zg)$	0,820	5,59	5,09	3,51	2,56	1,67

Графики остатков уравнений (9 – 11) показаны на рисунке 65.

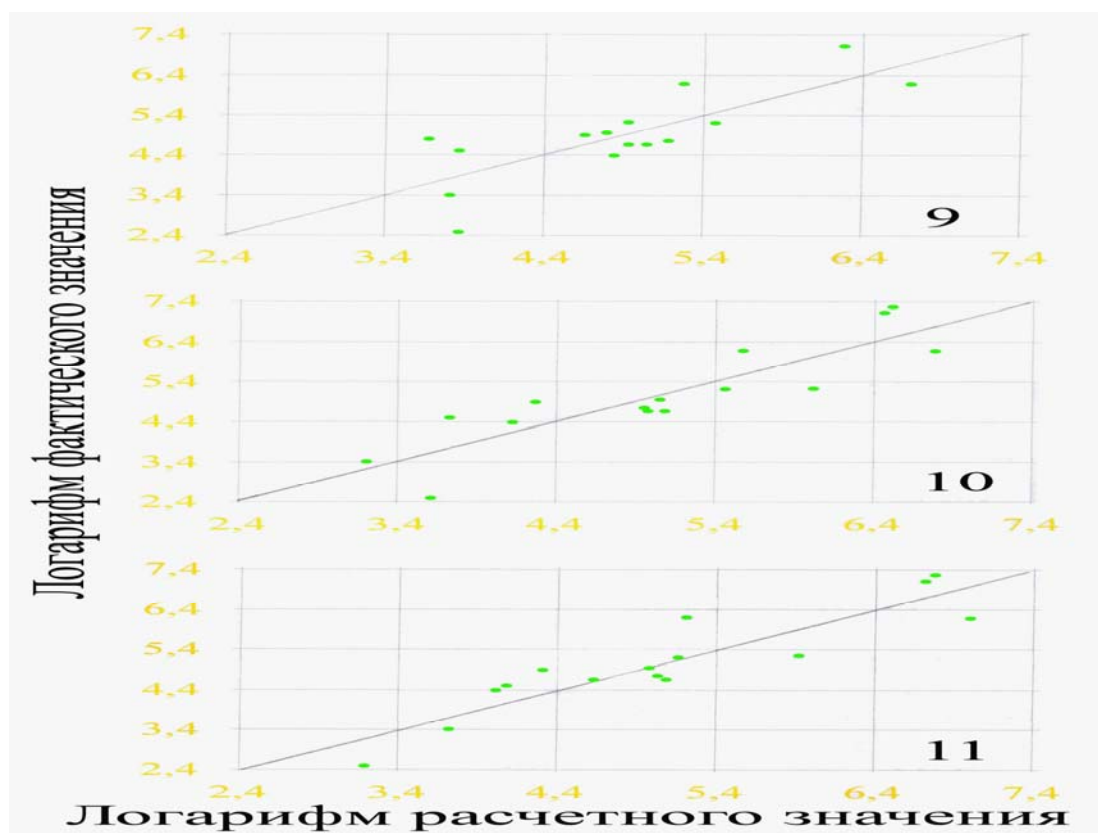


Рисунок 65 – Соотношение фактических и расчетных значений зависимой переменной в уравнениях (9 – 11) для златогузки

Для зелёной дубовой листовёртки составили два логарифмических уравнения регрессии:

$$\ln(Dzl) = a_0 + a_1 \ln Mt + a_2 \ln MtJul, \quad (12)$$

$$\ln(Dzl) = a_0 + a_1 \ln Mt + a_2 \ln MtJul + a_3 Snow, \quad (13)$$

где Dzl – искомый показатель площади очагов массового размножения зелёной дубовой листовёртки по Оренбургской области, га (зависимая переменная);

Mt – среднегодовая температура воздуха, °С;

$MtJul$ – средняя температура воздуха июля, °С;

$Snow$ – среднегодовая высота снежного покрова, см.

Полученные в результате расчетов значения R^2 , SE, а также константы при независимых переменных показаны в таблице 59 [299, 300, 307].

Коэффициент множественной детерминации (R^2) у данных уравнений объясняет от 86,1 до 94,1 % изменчивости численности зелёной дубовой листовёртки, зависимой от двух – трех факторов, соответственно. И от 13,9 до 5,9% вариации ($1-R^2$) не может быть объяснено влиянием этих переменных. В уравнении (13) величина стандартной ошибки значительно меньше, чем у уравнения (12), что говорит о положительном влиянии включения ГТК на всю модель [299, 300, 307].

Таблица 59 – Характеристика уравнений (12 – 13)

Зависимая переменная	Константа при независимых переменных				R^2	SE
	a_0	a_1	a_2	a_3		
Уравнение (12)						
$\ln(Dzl)$	30,3462	- 4,9154	- 5,9402	-	0,861	0,748
Уравнение (13)						
$\ln(Dzl)$	48,1333	- 6,2052	- 6,7104	- 4,3510	0,941	0,559

В таблице 60 приведены все необходимые показатели для расчета F-критерия, в том числе и сам критерий.

Таблица 60 – Расчет F-критерия для уравнений (12 – 13)

№ уравнения	n-v*	v-1	F _{теор(0,5)}	F _{теор(0,1)}	F _{факт}
12	5	2	5,79	13,27	18,59
13	5	3	5,41	12,06	31,92

* n – объем выборки, v – число признаков (зависимая и независимые переменные).

У уравнений (12) и (13) взаимосвязь значима на 5%-ном и на 1%-ном уровнях ($F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}(0,1)}$). Полученные в результате расчетов уравнений (12 – 13) значения R^2 и критерий Стьюдента при независимых переменных показаны в таблице 61.

Таблица 61 – Значения R^2 и t уравнения (12 – 13)

Зависимая переменная	R^2	t_{Const}	t_{Mt}	t_{MtJul}	t_{Snow}
Уравнение (12)					
ln(Dzl)	0,861	2,79	3,84	1,51	-
Уравнение (13)					
ln(Dzl)	0,941	5,32	6,33	2,28	3,97

Графики остатков уравнений (12 – 13) показаны на рисунке 66.

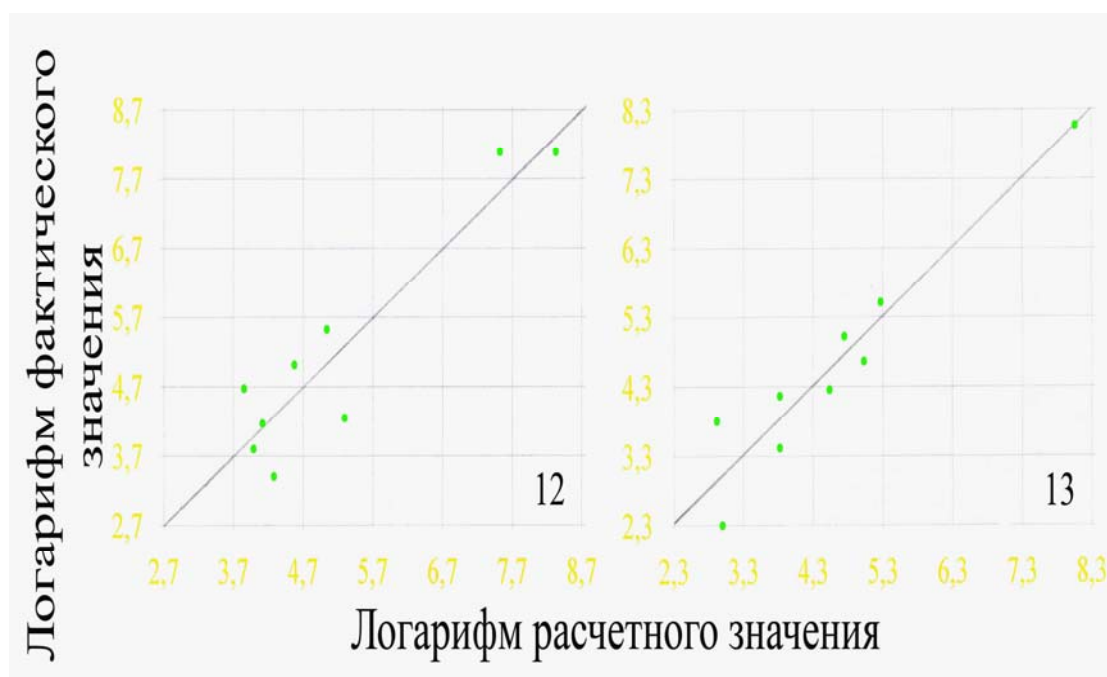


Рисунок 66 – Соотношение фактических и расчетных значений зависимой переменной в уравнениях (12 – 13) для зелёной дубовой листовёртки

В уравнении (12) величина значения критерия Стьюдента у переменной средней температуры воздуха июля находятся на незначительном уровне. В уравнении (13) данная величина существенна при 5%-ном уровне значимости, а у показателя среднегодовой температуры и высоты снежного покрова на 1%-ном уровне [299, 300, 307].

С помощью уравнений множественной регрессии можно рассмотреть взаимовлияние численности филофагов хвойных деревьев с климатическими факторами. Вначале стоит рассмотреть влияние факторов на площадь очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика. Для этого рассчитаем уравнения (14 – 15):

$$\ln(Rsp) = a_0 + a_1MtJan + a_2\lnGTK, \quad (14)$$

$$\ln(Rsp) = a_0 + a_1MtJan + a_2\lnGTK + a_3\lnSnow, \quad (15)$$

где Rsp – искомый показатель площади очага массового размножения рыжего соснового пилильщика по Оренбургской области, га (зависимая переменная);

$MtJan$ – средняя температура воздуха января, °С;

GTK – гидротермический коэффициент (ГТК);

$Snow$ – среднегодовая высота снежного покрова, см.

Полученные в результате расчетов значения R^2 , SE , а также константы при независимых переменных показаны в таблице 62.

Таблица 62 – Характеристика уравнений (14 – 15)

Зависимая переменная	Константа при независимых переменных				R^2	SE
	a_0	a_1	a_2	a_3		
Уравнение (14)						
$\ln(Rsp)$	7,3339	0,1184	- 0,6273	-	0,424	0,522
Уравнение (15)						
$\ln(Rsp)$	4,0652	0,1108	- 0,5534	1,0340	0,705	0,314

Как показывает коэффициент множественной детерминации (R^2), вариация площади очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика связана от 42,4 до 70,5% с действием изучаемых факторов, и от 57,6 до 29,5% вариации ($1 - R^2$) не может быть объяснено влиянием этих переменных. Урав-

нение (14) с двумя входами не способно объяснить изменчивость изучаемого признака от климатических факторов. При включении в уравнение (15) третьей независимой переменной адекватность уравнения возрастает практически в два раза и в 1,5 раза уменьшает стандартную ошибку [299, 300, 307].

Чтобы показать значимость взаимосвязи между независимыми переменными и зависимой, был проведен анализ уравнений по F-критерию (табл. 63).

Взаимосвязь между площадью очагов массового размножения соснового пилильщика и климатическими факторами значима на 1%-ном уровне в уравнении (15) ($F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}(0,1)}$). В уравнении (14) – на 5%-ном уровне ($F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}(0,5)}$).

Таблица 63 – Расчет F-критерия для уравнений (14 – 15)

№ уравнения	n-v*	v-1	$F_{\text{теор}(0,5)}$	$F_{\text{теор}(0,1)}$	$F_{\text{факт}}$
14	14	2	3,75	6,51	5,52
15	11	3	3,59	6,22	9,54

* n – объем выборки, v – число признаков (зависимая и независимые переменные).

Полученные в результате расчетов уравнений (14 – 15) значения R^2 и критерий Стьюдента при независимых переменных показаны в таблице 64.

Таблица 64 – Значения R^2 и t уравнения (14 – 15)

Зависимая переменная	R^2	t_{Const}	t_{MtJan}	t_{GTK}	t_{Snow}
Уравнение (14)					
ln(Rsp)	0,424	17,36	3,23	1,74	-
Уравнение (15)					
ln(Rsp)	0,705	3,34	4,91	2,18	2,73

Ситуация с критерием Стьюдента у рыжего соснового пилильщика аналогична с дубовой листовёрткой. В уравнении (14) критерий у ГТК несущественный, следовательно, этот показатель не оказывает весомого вклада в общую модель. При добавлении в качестве третьего фактора высоты снежного покрова критерий у ГТК становится существенным на 5%-ном уровне значимости, при этом две другие переменные существенны при 1%-ном уровне [299, 300, 307].

Графики остатков уравнений (14 – 15) показаны на рисунке 67.

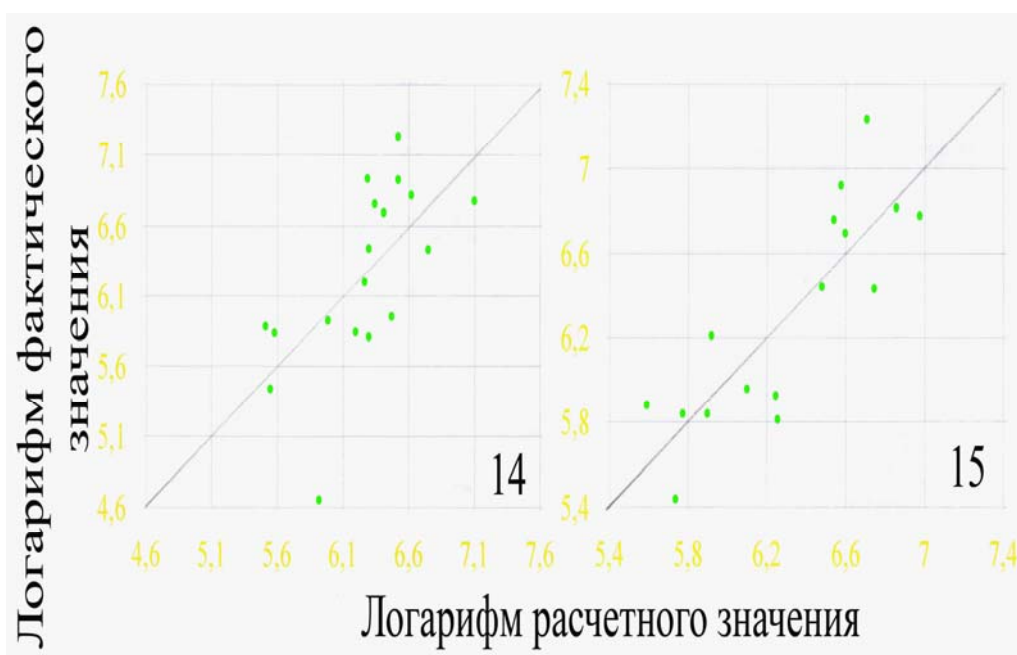


Рисунок 67 – Соотношение фактических и расчетных значений зависимой переменной в уравнениях (14 – 15) для рыжего соснового пилильщика

При рассмотрении влияния факторов на площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача были рассчитаны уравнения (16 – 17):

$$\ln(Z_{pt}) = a_0 + a_1 \ln Snow + a_2 \ln Mt, \quad (16)$$

$$\ln(Z_{pt}) = a_0 + a_1 \ln Snow + a_2 \ln Mt + a_3 \ln San, \quad (17)$$

где Z_{pt} – искомый показатель площади очага массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача по Оренбургской области, га (зависимая переменная);

$Snow$ – среднегодовая высота снежного покрова, см;

Mt – среднегодовая температура воздуха, °C;

San – солнечная активность, Вольф – W.

Полученные в результате расчетов значения R^2 , SE, а также константы при независимых переменных показаны в таблице 65.

Таблица 65 – Характеристика уравнений (16 – 17)

Зависимая переменная	Константа при независимых переменных				R^2	SE
	a_0	a_1	a_2	a_3		
Уравнение (16)						
$\ln(Z_{pt})$	-9,3678	4,4037	1,2235	-	0,761	0,473
Уравнение (17)						
$\ln(Z_{pt})$	-10,8275	4,6436	1,1192	0,2663	0,799	0,469

Из данной таблицы видно, что добавление в качестве третьей переменной величины солнечной активности существенно не повышает уровень детерминации уравнения регрессии (17). Практически не понижается и стандартная ошибка [299, 300, 307].

Чтобы показать значимость взаимосвязи между независимыми переменными и зависимой, проведем анализ уравнений по F-критерию (табл. 66).

Таблица 66 – Расчет F-критерия для уравнений (16 – 17).

№ уравнения	n-v*	v-1	F _{теор(0,5)}	F _{теор(0,1)}	F _{факт}
16	13	2	3,80	6,70	22,30
17	12	3	3,49	5,95	17,19

* n – объем выборки, v – число признаков (зависимая и независимые переменные).

Взаимосвязь между площадью очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача и климатическими факторами значима на 1%-ном уровне в уравнениях (16 – 17). Полученные в результате расчетов уравнений (16 – 17) значения R² и критерий Стьюдента при независимых переменных показаны в таблице 67.

Таблица 67 – Значения R² и t уравнений (16 – 17)

Зависимая переменная	R ²	t _{Const}	t _{Snow}	t _{Mt}	t _{San}
Уравнение (16)					
ln(Zpt)	0,761	3,75	6,67	2,45	-
Уравнение (17)					
ln(Zpt)	0,798	4,24	7,02	2,24	2,17

В обоих уравнениях показатели критерия Стьюдента при независимых переменных существенны на 5%-ном уровне значимости. А у уравнения (16) связь существенна на 1%-ном уровне. Исходя из этого, в качестве основы для моделирования было выбрано уравнение (16). Графики остатков уравнений (16 – 17) показаны на рисунке 68.

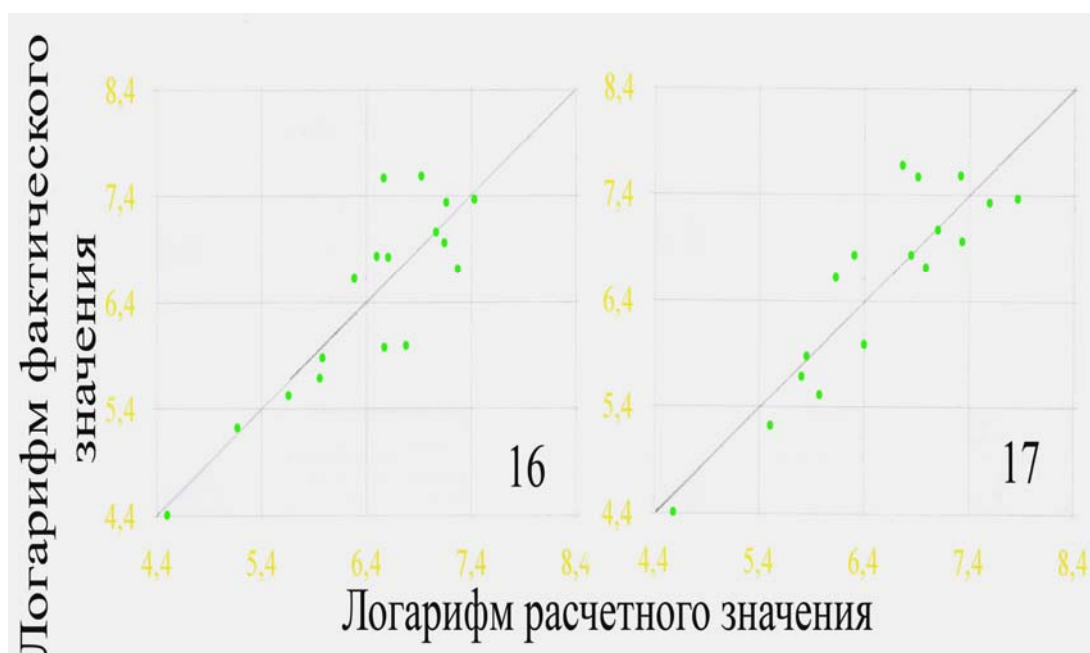


Рисунок 68 – Соотношение фактических и расчетных значений зависимой переменной в уравнениях (16 – 17) для звёздчатого пилильщика-ткача

Для моделирования динамики численности филофагов с целью прогноза их численности были выбраны наиболее оптимальные уравнения множественной регрессии для каждого филофага (таблица 68).

Таблица 68 – Оптимальные уравнения множественной регрессии, описывающие взаимосвязь площади очагов массового размножения филофагов от климатических факторов

Константа				R ²	SE
a ₀	a ₁	a ₂	a ₃		
Непарный шелкопряд					
$\ln(Nsh) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln Snow + a_3\ln f$ (8)					
- 12,1567	- 0,3030	- 2,6648	6,4073	0,676	0,729
Златогузка					
$\ln(Zg) = a_0 + a_1\ln MtJul + a_2\ln San + a_3\ln Snow$ (10)					
41,6877	- 10,2525	0,6280	- 2,4892	0,769	0,684
Дубовая зеленая листовертка					
$\ln(Dzl) = a_0 + a_1\ln Mt + a_2\ln MtJul + a_3\ln Snow$ (13)					
48,1333	- 6,2052	- 6,7104	- 4,3510	0,941	0,559
Рыжий сосновый пилильщик					
$\ln(Rsp) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln GTK + a_3\ln Snow$ (15)					
4,0652	0,1108	- 0,5534	1,0340	0,705	0,314
Звёздчатый пилильщик-ткач					
$\ln(Zpt) = a_0 + a_1\ln Snow + a_2\ln Mt$ (17)					
- 9,3678	4,4037	1,2235	-	0,761	0,473

При разработке и подборе наиболее адекватных моделей у некоторых хвое- и листогрызущих филлофагов проводилась процедура исключения точек на графике остатков, наиболее отдаленных от центральной линии. Как видно из таблицы 68, для описания численности непарного шелкопряда, златогузки, дубовой зелёной листовёртки и рыжего соснового пилильщика достаточно трех климатических факторов, а для моделирования площади очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача достаточно двух факторов.

Из самих климатических факторов, с помощью которых описывается искомый показатель, во всех уравнениях встречается высота снежного покрова. У трех насекомых, в том числе у двух филлофагов хвойных деревьев, в уравнения включен фактор среднегодовой температуры.

В других уравнениях активно используются следующие факторы – температура воздуха июля и января. В двух уравнениях, у непарного шелкопряда и рыжего соснового пилильщика, в качестве независимой переменной используются ГТК и относительная влажность, а у златогузки – солнечная активность. Таким образом, можно сделать вывод о том, что на всех филлофагов большое влияние оказывают температурные факторы и величина снежного покрова, в меньшей степени – влажность и солнечная активность [299, 300, 307].

8.3 Прогноз развития очагов массового размножения филлофагов в лесных экосистемах зонального экотона леса и степи

Для практического использования пяти уравнений в качестве моделей прогнозирования площади очагов массового размножения филлофагов были составлены таблицы зависимости площади очагов массового размножения филлофагов от климатических факторов. Было выполнено табулирование уравнений, т.е. использован метод подстановки вместо зависимых переменных их числовых значений. В частности, вместо климатических факторов (среднегодовая температура воздуха, температура воздуха июля и января, высота снежного покрова, солнечная активность, ГТК и относительная влажность за вегетацион-

ный период) их задаваемые значения в некоторых диапазонах.

Отмечено, что нельзя вместо третьего климатического фактора непосредственно подставить в (8), (10), (13) и (15) какие-то числовые значения, а можно использовать лишь расчетные значения, полученные по уравнениям второго уровня (согласно так называемому рекурсивному принципу) [333].

Такие уравнения имеют общий вид. Для непарного шелкопряда (18), златогузки (19), зелёной дубовой листовёртки (20) и рыжего соснового пилильщика (21):

$$\ln(f) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln Snow, \quad (18)$$

$$\ln(MtJul) = a_0 + a_1\ln Snow + a_2\ln San, \quad (19)$$

$$\ln(Mt) = a_0 + a_1\ln Snow + a_2\ln MtJul, \quad (20)$$

$$\ln(GTK) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln Snow, \quad (21)$$

где *Snow* – среднегодовая высота снежного покрова, см;

f – относительная влажность воздуха за вегетационный период, %;

Mt – среднегодовая температура воздуха, °С;

GTK – гидротермический коэффициент (ГТК);

MtJan – средняя температура воздуха января, °С;

MtJul – средняя температура воздуха июля, °С;

San – солнечная активность, Вольф – W.

Характеристики уравнений (18 – 21) даны в таблице 69. Константы при всех независимых переменных уравнений (18 – 21) статистически значимы на уровнях t_{05} .

Таблица 69 – Характеристика уравнений (18 – 21)

Уравнение	Зависимая переменная	Константы при независимых переменных			R ²	SE
		a ₀	a ₁	a ₂		
18	<i>f</i>	3,6512	0,0059	0,1671	0,362	0,059
19	<i>Snow</i>	3,3822	- 0,1302	0,0162	0,140	0,085
20	<i>Mt</i>	- 0,7991	- 0,3634	1,1547	0,611	0,122
21	<i>GTK</i>	- 2,1860	0,0282	0,6660	0,329	0,275

Таблица 70 – Зависимость площади очагов массового размножения непарного шелкопряда от средней температуры января (Mt_{Jan} , °C) и высоты снежного покрова ($Snow$, см) при относительной влажности воздуха (f , %)

Mt_{Jan} , °C	Показатели	Высота снежного покрова, см									
		36	32	28	24	20	16	12	8	4	
		Площадь очага массового размножения непарного шелкопряда, га									
-25	f	48,28	54,21	58,01	60,87	63,18	65,14	66,84	68,35	69,70	
	Nsh	10865,52	3599,57	1886,19	1192,48	835,58	624,87	488,75	395,05	327,43	
-24	f	48,00	53,89	57,67	60,51	62,81	64,76	66,45	67,95	69,30	
	Nsh	14168,41	4693,77	2459,56	1554,97	1089,58	814,81	637,31	515,14	426,97	
-23	f	47,72	53,58	57,33	60,16	62,44	64,38	66,06	67,55	68,89	
	Nsh	18475,32	6120,58	3207,21	2027,65	1420,80	1062,50	831,04	671,73	556,75	
-22	f	47,44	53,26	57,00	59,81	62,08	64,00	65,67	67,15	68,49	
	Nsh	24091,43	7981,10	4182,14	2644,01	1852,69	1385,47	1083,66	875,92	726,00	
-21	f	47,16	52,95	56,67	59,46	61,72	63,63	65,29	66,76	68,09	
	Nsh	31414,73	10407,20	5453,42	3447,74	2415,87	1806,63	1413,08	1142,18	946,68	
-20	f	46,88	52,64	56,33	59,11	61,35	63,25	64,90	66,37	67,69	
	Nsh	40964,16	13570,77	7111,15	4495,78	3150,24	2355,81	1842,62	1489,38	1234,45	
-19	f	46,61	52,33	56,00	58,76	61,00	62,88	64,52	65,98	67,29	
	Nsh	53416,42	17696,00	9272,79	5862,40	4107,85	3071,93	2402,74	1942,12	1609,70	
-18	f	46,34	52,03	55,68	58,42	60,64	62,51	64,15	65,59	66,90	
	Nsh	69653,90	23075,22	12091,52	7644,45	5356,55	4005,73	3133,12	2532,48	2099,02	
-17	f	46,07	51,72	55,35	58,08	60,28	62,15	63,77	65,21	66,51	
	Nsh	90827,25	30089,61	15767,10	9968,21	6984,83	5223,39	4085,53	3302,31	2737,08	
-16	f	45,80	51,42	55,03	57,74	59,93	61,79	63,40	64,83	66,12	
	Nsh	118436,86	39236,23	20559,97	12998,33	9108,08	6811,19	5327,45	4306,14	3569,10	
-15	f	45,53	51,12	54,70	57,40	59,58	61,42	63,03	64,45	65,73	
	Nsh	154439,23	51163,24	26809,78	16949,56	11876,75	8881,65	6946,88	5615,12	4654,03	
-14	f	45,26	50,82	54,38	57,06	59,23	61,06	62,66	64,07	65,35	

Продолжение таблицы 70										
	Nsh	201385,57	66715,81	34959,40	22101,88	15487,03	11581,49	9058,59	7322,00	6068,75
-13	f	45,00	50,52	54,07	56,73	58,88	60,71	62,29	63,70	64,96
	Nsh	262602,62	86996,03	45586,34	28820,39	20194,77	15102,02	11812,21	9547,73	7913,53
-12	f	44,73	50,23	53,75	56,40	58,54	60,35	61,93	63,32	64,58
	Nsh	342428,40	113441,03	59443,64	37581,19	26333,56	19692,72	15402,88	12450,05	10319,08
-11	f	44,47	49,93	53,43	56,07	58,20	60,00	61,56	62,95	64,20
	Nsh	446519,57	147924,77	77513,28	49005,10	34338,42	25678,91	20085,04	16234,60	13455,87
-10	f	44,21	49,64	53,12	55,74	57,86	59,65	61,20	62,58	63,83
	Nsh	582252,31	192890,85	101075,72	63901,64	44776,59	33484,76	26190,48	21169,59	17546,18
-9	f	43,95	49,35	52,81	55,41	57,52	59,30	60,85	62,22	63,46
	Nsh	759245,00	251525,68	131800,65	83326,42	58387,75	43663,44	34151,84	27604,71	22879,85
-8	f	43,69	49,06	52,50	55,09	57,18	58,95	60,49	61,85	63,08
	Nsh	990039,82	327984,30	171865,33	108655,94	76136,43	56936,23	44533,30	35995,97	29834,85
-7	f	43,44	48,77	52,19	54,77	56,85	58,61	60,13	61,49	62,71
	Nsh	1290991,50	427684,76	224108,85	141685,10	99280,33	74243,66	58070,50	46938,00	38904,03
-6	f	43,18	48,49	51,89	54,44	56,51	58,26	59,78	61,13	62,35
	Nsh	1683426,28	557692,11	292233,31	184754,44	129459,50	96812,21	75722,74	61206,18	50730,06
-5	f	42,93	48,21	51,59	54,13	56,18	57,92	59,43	60,77	61,98
	Nsh	2195153,14	727219,00	381066,21	240915,98	168812,52	126241,12	98740,89	79811,60	66150,95
-4	f	42,68	47,92	51,28	53,81	55,85	57,58	59,09	60,42	61,62
	Nsh	2862434,41	948278,58	496902,48	314149,47	220128,04	164615,82	128756,09	104072,68	86259,47
-3	f	42,43	47,64	50,98	53,49	55,53	57,25	58,74	60,06	61,26
	Nsh	3732555,42	1236535,7	647950,58	409644,43	287042,42	214655,63	167895,28	135708,63	112480,57
-2	f	42,18	47,36	50,68	53,18	55,20	56,91	58,40	59,71	60,90
	Nsh	4867175,26	1612417,0	844914,19	534167,89	374297,39	279906,51	218931,98	176961,25	146672,34
-1	f	41,94	47,09	50,39	52,87	54,88	56,58	58,05	59,36	60,54
	Nsh	6346696,12	2102558,6	1101750,67	696543,91	488076,08	364992,31	285482,78	230753,82	191257,71

Таблица 71 – Зависимость площади очагов массового размножения златогузки от высоты снежного покрова (Snow, см) и солнечной активности (*Sap, W*) при *Mt* (среднегодовой температуре, °C)

<i>Sap, W</i>	Показатели	Высота снежного покрова, см									
		4	8	12	16	20	24	28	32	36	
		Площадь очага златогузки, га									
10	<i>Mt</i>	25,51	23,31	22,11	21,29	20,68	20,20	19,80	19,46	19,16	
	<i>Zg</i>	649,33	291,74	182,70	131,08	101,32	82,09	68,71	58,89	51,41	
20	<i>Mt</i>	25,79	23,57	22,36	21,53	20,92	20,43	20,02	19,68	19,38	
	<i>Zg</i>	894,55	401,92	251,70	180,58	139,58	113,09	94,66	81,14	70,82	
30	<i>Mt</i>	25,96	23,72	22,50	21,68	21,06	20,56	20,15	19,81	19,50	
	<i>Zg</i>	1078,94	484,77	303,58	217,80	168,35	136,40	114,17	97,86	85,42	
40	<i>Mt</i>	26,08	23,83	22,61	21,78	21,15	20,66	20,25	19,90	19,59	
	<i>Zg</i>	1232,38	553,71	346,76	248,78	192,29	155,80	130,40	111,78	97,57	
50	<i>Mt</i>	26,18	23,92	22,69	21,86	21,23	20,73	20,32	19,97	19,67	
	<i>Zg</i>	1366,28	613,87	384,43	275,81	213,18	172,72	144,57	123,92	108,17	
60	<i>Mt</i>	26,26	23,99	22,76	21,92	21,29	20,79	20,38	20,03	19,72	
	<i>Zg</i>	1486,40	667,84	418,23	300,06	231,93	187,91	157,28	134,82	117,68	
70	<i>Mt</i>	26,32	24,05	22,81	21,97	21,35	20,84	20,43	20,08	19,77	
	<i>Zg</i>	1596,17	717,16	449,12	322,22	249,05	201,79	168,90	144,77	126,37	
80	<i>Mt</i>	26,38	24,10	22,86	22,02	21,39	20,89	20,47	20,12	19,82	
	<i>Zg</i>	1697,79	762,82	477,71	342,73	264,91	214,64	179,65	153,99	134,41	
90	<i>Mt</i>	26,43	24,15	22,91	22,06	21,43	20,93	20,51	20,16	19,85	
	<i>Zg</i>	1792,78	805,50	504,44	361,91	279,73	226,64	189,70	162,60	141,94	
100	<i>Mt</i>	26,47	24,19	22,95	22,10	21,47	20,97	20,55	20,19	19,89	
	<i>Zg</i>	1882,25	845,69	529,61	379,97	293,69	237,95	199,17	170,72	149,02	
110	<i>Mt</i>	26,51	24,23	22,98	22,14	21,50	21,00	20,58	20,23	19,92	
	<i>Zg</i>	1967,02	883,78	553,47	397,08	306,92	248,67	208,14	178,41	155,73	
120	<i>Mt</i>	26,55	24,26	23,01	22,17	21,53	21,03	20,61	20,25	19,95	

Продолжение таблицы 71											
130	Zg	2047,75	920,05	576,18	413,38	319,51	258,88	216,68	185,73	162,12	
	Mt	26,59	24,29	23,04	22,20	21,56	21,05	20,64	20,28	19,97	
140	Zg	2124,92	954,73	597,89	428,96	331,55	268,63	224,85	192,73	168,23	
	Mt	26,62	24,32	23,07	22,22	21,59	21,08	20,66	20,30	20,00	
150	Zg	2198,97	988,00	618,73	443,90	343,11	277,99	232,68	199,45	174,09	
	Mt	26,65	24,35	23,10	22,25	21,61	21,10	20,68	20,33	20,02	
160	Zg	2270,23	1020,01	638,78	458,29	354,23	287,00	240,22	205,91	179,73	
	Mt	26,68	24,37	23,12	22,27	21,63	21,13	20,71	20,35	20,04	
170	Zg	2338,97	1050,90	658,12	472,17	364,95	295,69	247,50	212,14	185,18	
	Mt	26,70	24,40	23,14	22,29	21,65	21,15	20,73	20,37	20,06	
	Zg	2405,44	1080,76	676,82	485,58	375,32	304,10	254,53	218,17	190,44	

Таблица 72 – Зависимость площади очагов массового размножения зелёной дубовой листовертки от высоты снежного покрова (Snow, см) и средней температуры июля (MtJul, °C) при Mt (среднегодовой температуре, °C)

MtJul, °C	Показатели	Высота снежного покрова, см											
		4	8	12	16	20	24	28	32	36			
Площадь очага дубовой зелёной листовертки, га													
12	Mt	4,79	3,72	3,21	2,89	2,67	2,50	2,36	2,25	2,16			
	Dzl	6630362,81	1550721,97	662858,21	362685,83	227191,92	155030,55	112224,30	84825,66	66268,02			
13	Mt	5,25	4,08	3,52	3,17	2,93	2,74	2,59	2,47	2,36			
	Dzl	2183730,31	510735,03	218314,38	119451,69	74826,35	51059,79	36961,42	27937,59	21825,57			
14	Mt	5,72	4,45	3,84	3,46	3,19	2,98	2,82	2,69	2,58			
	Dzl	780950,48	182650,20	78074,07	42718,58	26759,57	18260,11	13218,22	9991,10	7805,31			
15	Mt	6,20	4,82	4,16	3,74	3,45	3,23	3,06	2,91	2,79			
	Dzl	299827,63	70124,26	29974,71	16400,80	10273,71	7010,54	5074,83	3835,85	2996,67			
16	Mt	6,68	5,19	4,48	4,03	3,72	3,48	3,29	3,14	3,00			
	Dzl	122450,84	28639,04	12241,80	6698,15	4195,82	2863,13	2072,58	1566,58	1223,85			
17	Mt	7,16	5,57	4,80	4,33	3,99	3,73	3,53	3,36	3,22			
	Dzl	52800,38	12349,06	5278,62	2888,22	1809,23	1234,57	893,69	675,50	527,72			
18	Mt	7,65	5,95	5,13	4,62	4,26	3,99	3,77	3,59	3,44			
	Dzl	23889,10	5587,23	2388,27	1306,75	818,57	558,57	404,34	305,63	238,76			
19	Mt	8,14	6,33	5,46	4,92	4,54	4,25	4,01	3,82	3,66			
	Dzl	11282,10	2638,68	1127,91	617,14	386,59	263,80	190,96	144,34	112,76			
20	Mt	8,64	6,72	5,80	5,22	4,81	4,50	4,26	4,06	3,89			
	Dzl	5537,28	1295,07	553,58	302,89	189,74	129,47	93,72	70,84	55,34			
21	Mt	9,14	7,10	6,13	5,52	5,09	4,77	4,51	4,29	4,11			
	Dzl	2813,75	658,09	281,30	153,91	96,41	65,79	47,63	36,00	28,12			
22	Mt	9,64	7,50	6,47	5,83	5,37	5,03	4,75	4,53	4,34			
	Dzl	1475,56	345,11	147,52	80,71	50,56	34,50	24,97	18,88	14,75			
23	Mt	10,15	7,89	6,81	6,13	5,66	5,29	5,01	4,77	4,57			

Продолжение таблицы 72										
24	Dzl	796,32	186,25	79,61	43,56	27,29	18,62	13,48	10,19	7,96
	Mt	10,66	8,29	7,15	6,44	5,94	5,56	5,26	5,01	4,80
25	Dzl	441,19	103,19	44,11	24,13	15,12	10,32	7,47	5,64	4,41
	Mt	11,18	8,69	7,50	6,75	6,23	5,83	5,51	5,25	5,03
26	Dzl	250,40	58,56	25,03	13,70	8,58	5,85	4,24	3,20	2,50
	Mt	11,70	9,09	7,85	7,07	6,52	6,10	5,77	5,49	5,26
27	Dzl	145,31	33,98	14,53	7,95	4,98	3,40	2,46	1,86	1,45
	Mt	12,22	9,50	8,20	7,38	6,81	6,37	6,02	5,74	5,50
28	Dzl	86,07	20,13	8,60	4,71	2,95	2,01	1,46	1,10	0,86
	Mt	12,74	9,90	8,55	7,70	7,10	6,64	6,28	5,98	5,73
	Dzl	51,96	12,15	5,20	2,84	1,78	1,22	0,88	0,66	0,52

Таблица 73 – Зависимость площади очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика от температуры воздуха января ($MtJan$, °C) и высоты снежного покрова ($Spow$, см) при ГТК (гидротехническом коэффициенте)

$MtJan$, °C	Показатели	Высота снежного покрова, см												
		4	8	12	16	20	24	28	32	36				
Площадь очага рыжего соснового пилильщика, га														
-1	<i>GTK</i>	0,50	0,59	0,66	0,71	0,75	0,79	0,82	0,85	0,87				
	<i>Rsp</i>	321,43	597,08	857,75	1109,13	1353,83	1593,34	1828,61	2060,31	2288,94				
-2	<i>GTK</i>	0,49	0,58	0,65	0,69	0,73	0,77	0,80	0,83	0,85				
	<i>Rsp</i>	291,18	540,89	777,02	1004,75	1226,42	1443,39	1656,51	1866,41	2073,52				
-3	<i>GTK</i>	0,48	0,57	0,63	0,68	0,72	0,75	0,78	0,81	0,83				
	<i>Rsp</i>	263,77	489,98	703,89	910,19	1111,00	1307,54	1500,61	1690,75	1878,37				
-4	<i>GTK</i>	0,47	0,56	0,62	0,66	0,70	0,74	0,77	0,79	0,82				
	<i>Rsp</i>	238,95	443,87	637,65	824,53	1006,44	1184,49	1359,39	1531,63	1701,59				
-5	<i>GTK</i>	0,46	0,55	0,60	0,65	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80				
	<i>Rsp</i>	216,46	402,10	577,64	746,93	911,72	1073,01	1231,45	1387,49	1541,45				
-6	<i>GTK</i>	0,45	0,53	0,59	0,64	0,67	0,71	0,73	0,76	0,78				
	<i>Rsp</i>	196,09	364,25	523,27	676,63	825,92	972,03	1115,55	1256,91	1396,38				
-7	<i>GTK</i>	0,44	0,52	0,58	0,62	0,66	0,69	0,72	0,74	0,77				
	<i>Rsp</i>	177,64	329,97	474,03	612,95	748,19	880,55	1010,57	1138,61	1264,96				
-8	<i>GTK</i>	0,43	0,51	0,57	0,61	0,64	0,68	0,70	0,73	0,75				
	<i>Rsp</i>	160,92	298,92	429,42	555,27	677,77	797,68	915,46	1031,46	1145,91				
-9	<i>GTK</i>	0,42	0,50	0,55	0,60	0,63	0,66	0,69	0,71	0,73				
	<i>Rsp</i>	145,77	270,79	389,00	503,01	613,99	722,60	829,30	934,38	1038,07				
-10	<i>GTK</i>	0,41	0,49	0,54	0,58	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72				
	<i>Rsp</i>	132,05	245,30	352,39	455,67	556,20	654,60	751,25	846,45	940,37				
-11	<i>GTK</i>	0,40	0,48	0,53	0,57	0,60	0,63	0,66	0,68	0,70				
	<i>Rsp</i>	119,63	222,22	319,23	412,78	503,86	592,99	680,55	766,78	851,87				
-12	<i>GTK</i>	0,39	0,47	0,52	0,56	0,59	0,62	0,64	0,67	0,69				
	<i>Rsp</i>													

Продолжение таблицы 73										
	Rsp	108,37	201,30	289,18	373,94	456,44	537,18	616,50	694,62	771,70
-13	GTK	0,38	0,46	0,51	0,55	0,58	0,61	0,63	0,65	0,67
	Rsp	98,17	182,36	261,97	338,74	413,48	486,63	558,48	629,25	699,07
-14	GTK	0,38	0,45	0,50	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64	0,66
	Rsp	88,93	165,19	237,31	306,86	374,57	440,83	505,92	570,03	633,28
-15	GTK	0,37	0,44	0,49	0,52	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64
	Rsp	80,56	149,65	214,98	277,98	339,31	399,34	458,31	516,38	573,68
-16	GTK	0,36	0,43	0,48	0,51	0,54	0,57	0,59	0,61	0,63
	Rsp	72,98	135,56	194,75	251,82	307,38	361,76	415,18	467,78	519,69
-17	GTK	0,35	0,42	0,47	0,50	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62
	Rsp	66,11	122,81	176,42	228,12	278,45	327,71	376,10	423,76	470,78
-18	GTK	0,35	0,41	0,46	0,49	0,52	0,54	0,57	0,59	0,60
	Rsp	59,89	111,25	159,82	206,65	252,25	296,87	340,71	383,88	426,47
-19	GTK	0,34	0,40	0,45	0,48	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59
	Rsp	54,25	100,78	144,77	187,20	228,51	268,93	308,64	347,75	386,34
-20	GTK	0,33	0,39	0,44	0,47	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58
	Rsp	49,15	91,29	131,15	169,59	207,00	243,62	279,59	315,02	349,98
-21	GTK	0,32	0,39	0,43	0,46	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57
	Rsp	44,52	82,70	118,81	153,63	187,52	220,69	253,28	285,37	317,04
-22	GTK	0,32	0,38	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,55
	Rsp	40,33	74,92	107,63	139,17	169,87	199,92	229,44	258,52	287,20
-23	GTK	0,31	0,37	0,41	0,44	0,47	0,49	0,51	0,53	0,54
	Rsp	36,54	67,87	97,50	126,07	153,88	181,11	207,85	234,19	260,17
-24	GTK	0,30	0,36	0,40	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51	0,53
	Rsp	33,10	61,48	88,32	114,21	139,40	164,06	188,29	212,15	235,69
-25	GTK	0,30	0,35	0,39	0,42	0,45	0,47	0,49	0,50	0,52
	Rsp	29,98	55,69	80,01	103,46	126,28	148,62	170,57	192,18	213,51

Таблица 74 – Зависимость площади очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача от среднегодовой температуры воздуха и высоты снежного покрова (Snow, см)

Среднегодовая температура воздуха, °С	Высота снежного покрова, см									
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	
	Площадь очагов звёздчатого пилильщика-ткача, га									
1	0,04	0,81	4,83	17,15	45,81	102,24	201,58	362,93	609,66	
2	0,09	1,89	11,28	40,04	106,97	238,75	470,71	847,48	1423,60	
3	0,15	3,11	18,52	65,76	175,67	392,09	773,03	1391,78	2337,93	
4	0,21	4,42	26,34	93,50	249,78	557,49	1099,14	1978,93	3324,22	
5	0,27	5,80	34,61	122,84	328,18	732,50	1444,17	2600,14	4367,73	
6	0,34	7,25	43,26	153,54	410,20	915,55	1805,07	3249,92	5459,24	
7	0,41	8,76	52,23	185,41	495,34	1105,58	2179,73	3924,46	6592,34	
8	0,49	10,31	61,50	218,32	583,25	1301,79	2566,57	4620,95	7762,31	
9	0,56	11,91	71,04	252,16	673,65	1503,57	2964,40	5337,22	8965,50	
10	0,64	13,55	80,81	286,85	766,34	1710,44	3372,25	6071,53	10198,99	

Табулирование выполнялось в два этапа. Для уравнения (8) на первом этапе путем подстановки в (18) задаваемых значений независимых переменных $MtJan$, $Snow$ получены величины f в соответствующих клетках таблиц 65 и 66. На втором этапе путем подстановки в (8) задаваемых значений $MtJan$, $Snow$ и соответствующих расчетных значений f получена искомая таблица (табл. 70) для площади очагов массового размножения непарного шелкопряда.

Для уравнения (10) путем подстановки в (19) задаваемых значений $Snow$, San получена величина $MtJul$, а затем путем подстановки в (10) задаваемых значений $Snow$, San и расчетных $MtJul$ получена искомая таблица (табл. 71) для площади очагов массового размножения златогузки.

Для уравнения (13) и (15) были выбраны следующие расчетные независимые переменные: Mt , GTK . Получены искомые таблицы для дубовой зелёной листовёртки и рыжего соснового пилильщика (табл. 72 и 73).

Для звёздчатого пилильщика-ткача нет необходимости в расчетной переменной, так как уравнение регрессии для площади очагов массового размножения данного насекомого всего с двумя независимыми переменными. Результат табулирования представлен в таблице 74.

Выбор тех или иных расчетных независимых переменных был продиктован в первую очередь наиболее сильной детерминацией между факторами и статистической значимостью независимых переменных.

Для проверки точности работы выбранных моделей была проведена их верификация по ретроспективным данным (данные филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Оренбургской области») (табл. 75).

По данным таблицы 75 эффективность выбранной модели составляет в среднем у непарного шелкопряда – 99%, у златогузки – 97,7, у зелёной дубовой листовёртки – 96,6, у рыжего соснового пилильщика – 96,7, у звёздчатого пилильщика-ткача – 96,2%.

Можно отметить, что высокие результаты верификации моделей возможны при условии площади очагов массового размножения более 60 га.

Таблица 75 – Теоретические и фактические значения площади очагов массового размножения филофагов по Оренбургской области в зависимости от различных климатических факторов

Год	Площадь очага массового размножения, га		Высота снежного покрова, см		Среднегодовая температура Mt , °C		Температура воздуха января $MtJan$, °C		Средняя температура июля $MtJul$, °C		Солнечная активность San, W	
	теор	факт	теор	факт	теор	факт	теор	факт	теор	факт	теор	факт
Непарный шелкопряд												
2003	39236,2	39727	32	30	-	-	-16	-15,7	-	-	-	-
2011	4085,53	4086	12	14,1	-	-	-7	-7,8	-	-	-	-
2012	74243,6	75422	16	17,8	-	-	-17	-15,9	-	-	-	-
Златогузка												
2002	144,57	140	28	25,9	-	-	-	-	-	-	50	50
2004	189,7	185	28	26,3	-	-	-	-	-	-	90	95
2005	134,41	133	36	33,2	-	-	-	-	-	-	80	75
Зеленая дубовая листовертка												
2006	263,8	250	24	22,5	-	-	-	-	+19	+17,5	-	-
2007	147,52	150	12	13,5	-	-	-	-	+22	+21,5	-	-
2010	675,5	698	32	33	-	-	-	-	+17	+16,7	-	-
Рыжий сосновый пилильщик												
2007	857,75	876	12	13,5	-	-	-1	-3,2	-	-	-	-
2008	352,39	359	12	17,4	-	-	-10	-11,3	-	-	-	-
2010	1031,46	1097	32	33	-	-	-8	-8,6	-	-	-	-
Звёздчатый пилильщик-ткач												
2010	362,93	374	-	-	1	0,2	-	-	-	-	-	-
2011	766,34	723	-	-	8	4,6	-	-	-	-	-	-
2012	1301,79	1266	-	-	10	5,9	-	-	-	-	-	-

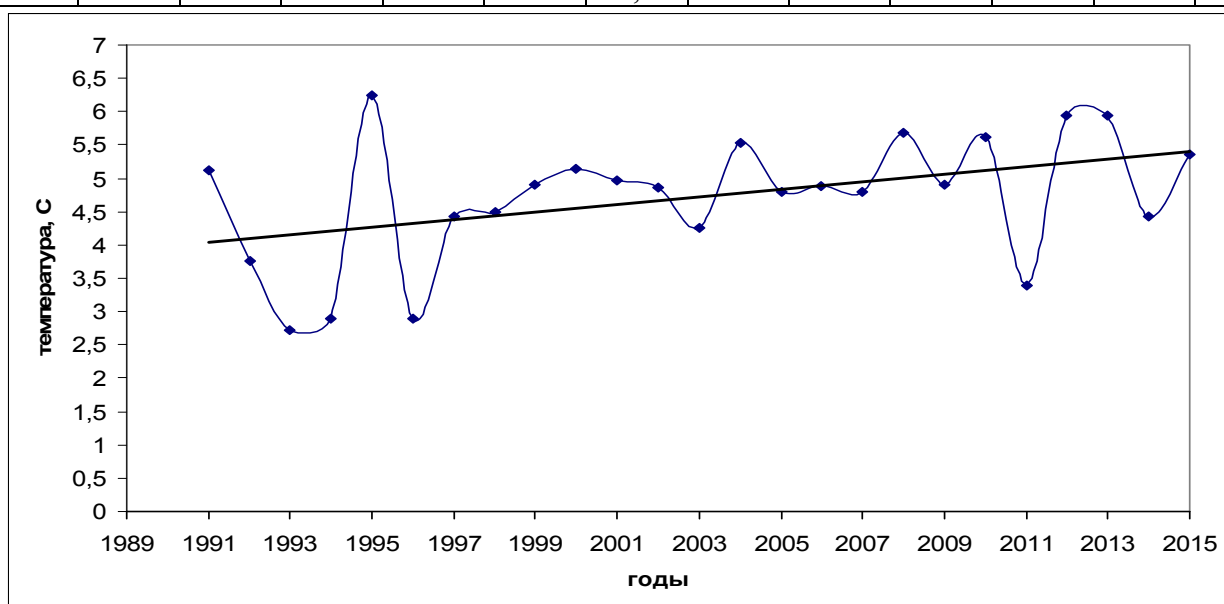


Рисунок 69 – Динамика среднегодовой среднеобластной температуры воздуха в Оренбургской области

По результатам анализа метеоданных за период с 2012 по 2015 гг. можно отметить, что в последнее время наблюдается тенденция увеличения среднегодовой температуры воздуха в целом по области и в отдельных районах (рис. 69).

В 2014 году наблюдалось увеличение высоты снежного покрова, понижение средней температуры января, уменьшение гидротермического коэффициента, средней температуры июля и относительной влажности воздуха по сравнению с 2014 и 2015 гг. (табл. 76).

Таблица 76 – Динамика климатических показателей на территории
Оренбургской области

Показатели	2013	2014	2015	Среднее
<i>Snow</i> – среднегодовая высота снежного покрова, см	22,05	29,25	22,65	24,65
<i>Mt</i> – среднегодовая температура воздуха, °С	+5,9	+4,4	+5,4	5,23
<i>MtJan</i> – средняя температура воздуха января, °С	-13,1	-13,9	-13,2	-13,4
<i>GTK</i> – гидротермический коэффициент (ГТК)	0,46	0,38	0,57	0,47
<i>MtJul</i> – средняя температура воздуха июля, °С	21,2	18,99	20,46	20,22
<i>f</i> – относительная влажность воздуха за вегетационный период, %	56,41	52,69	55,95	55,02

Используя модели, было проведено прогнозирование площади очагов массового размножения доминантных видов филофагов, характерных для 2014 – 2016 гг. Так, по модельным расчетам, на 2016 год площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда должна составить 16972 га, рыжего соснового пилильщика – 447 га, звёздчатого пилильщика-ткача – 624 га. При этом наблюдается тенденция у непарного шелкопряда – с понижением средней температуры января и среднегодовой температуры площадь очагов массового размножения уменьшается, у рыжего соснового пилильщика и звёздчатого пилильщика-ткача – с понижением средней температуры января, среднегодовой температуры, гидротермического коэффициента, увеличением снежного покрова площадь очагов массового размножения увеличивается. В связи с резко-

континентальным климатом, ежегодным проведением истребительных мероприятий в очагах массового размножения филлофагов на территории Южного Предуралья рекомендуется проводить краткосрочное прогнозирование площади массового размножения филлофагов.

8.4 Влияние климатических факторов на эффективность химических и биологических инсектицидов

Для проверки влияния климатических факторов на эффективность обработки очагов массового размножения филлофагов использовали уравнения множественной регрессии. Все исходные данные для анализа представлены в таблице 77. Было выбрано 3 фактора: температура воздуха, ГТК и относительная влажность воздуха за вегетационный период. Дополнительно значения данных факторов выбирались, исходя из времени и района обработки. Обработка проводилась химическими и биологическими препаратами. Действие некоторых биологических препаратов на основе патогенных бактерий на насекомых связано с инфекционным процессом.

Е.В. Талалаев [266] из больных гусениц сибирского шелкопряда выделил бациллюс дендролимус. Содержащий эту бактерию препарат дендробациллин используется для борьбы с сибирским шелкопрядом, шелкопрядом-монашенкой и некоторыми другими насекомыми. А.Б. Гукасян и Н.Г. Коломиец [76, 152] также из гусениц сибирского шелкопряда изолировали бациллюс тувиензис и бациллюс инсектис, несколько отличающиеся от бациллюс дендролимус, действующий на сибирского шелкопряда. Применение биологических препаратов запускает механизмы экологически безопасной защиты растений. Обладая избирательным действием, биоагенты обеспечивают активное участие других естественных регуляторов численности в подавлении фитофагов, впоследствии были выделены продуценты таких бактериальных препаратов, как лепидоцид, гомелин, дендробациллин [76, 266].

Таблица 77 – Исходные данные для проверки эффективности обработки различного рода препаратами очагов массового размножения филлофагов

Вредитель	Лесхоз	Площадь за год до обработки, га	Порода (хвойные, лиственные)	Вид препарата (химический или биологический)	Дата обработки	Ср. температура за вегетацию	Ср. температура в период обработки	ГТК за вегетацию	ГТК в период обработки	Влажность за вегетацию, %	Влажн. в период обработки, %	Эффективность, %
Рсп	Ташлинский *	50	хв	хим	05.06.2002	17,3	16,1	0,81	1,33	58	63	87,4
Рсп	Сорочинский	109	хв	хим	03.05.2007	20	8,6	0,9	0,73	59	66	89,1
Рсп	Соль-Илецкий	309	хв	хим	31.05.2007	21	15,6	0,67	0,28	56	48	89,7
Рсп	Первомайский	409	хв	хим	03.06.2007	20	14,8	0,69	1,15	60	51	91,2
Зпт	Первомайский	368	хв	хим	27.06.2002	17	18,2	0,69	1,34	55	67	91
Зпт	Первомайский	326,9	хв	хим	28.06.2003	18	18,1	1,05	2,07	66	71	89
Зпт	Ташлинский	100	хв	хим	24 - 29.06.2007	20,3	20,7	0,73	1,04	59	63	95
Зпт	Первомайский	240	хв	хим	16 - 28.06.2007	20	20,35	0,69	1,15	60	65	86,1
Нш	Бузулукский бор	227,4	лист	био	20.04 - 16.05.2002	17	12,35	0,7	0,76	60	46	77,5
Нш	Ташлинский *	100	лист	био	26.04 - 07.05.2002	17,3	12,3	0,81	1,09	58	49	76,3
Нш	Оренбургский	210	лист	био	12 - 13.05.2002	17	11,5	0,45	0,63	55	53	77,2
Нш	Новотроицкий **	1003	лист	хим	27 - 28.05.2004	20	18,5	0,51	0,22	51	47	92
Нш	Кваркенский***	800	лист	хим	6-7.06.2006	18	20,8	0,63	0,57	56	54	92

*При расчетах метеорологических данных брали средние показатели по 3 ближайшим метеостанциям (Илекской, Первомайской и Сорочинской), **Бралась Орская метеостанция, ***Бралась Айдырлинская метеостанция.
Обозначение филлофагов: Рсп – рыжий сосновый пилильщик, Зпт – звёздчатый пилильщик-ткач, Нш – непарный шелкопряд.

Из химических препаратов в лесном хозяйстве Оренбургской области были использованы против чешуекрылых и перепончатокрылых Фьюри, Э (100 г/л), действующее вещество – зета-циперметрин, его аналог Таран, ВЭ (100 г/л), Децис Экстра, КЭ (125 г/л), действующее вещество – дельтаметрин; из биологических – против непарного шелкопряда Вирин – ЭНШ, Ж (титр 1 млрд полиэдров/мл), против других чешуекрылых – Лепидоцид, СК (БА-2000 ЕА/мг) [289, 294, 297].

Чтобы учесть данный факт, необходимо закодировать способ обработки фиктивной бинарной переменной X : $X = 0$ для химической и $X = 1$ для биологической обработки. Аналогичная кодировка применима к породному составу обрабатываемых массивов – $X1$: $X1 = 0$ – для хвойных и $X1 = 1$ – для лиственных насаждений. Чтобы увидеть, влияет ли на эффективность обработки вид насекомого, к которому применена обработка, необходимо сгруппировать их в три совокупности, закодированные соответствующими блоковыми фиктивными переменными $X2$ и $X3$ [98]: при регрессионной оценке рыжего соснового пилильщика ($X2 = 0$; $X3 = 0$); для звёздчатого пилильщика-ткача ($X3 = 0$; $X4 = 1$) и непарного шелкопряда ($X2 = 1$; $X3 = 0$). По массиву имеющихся данных (ретроспективный анализ эффективности химической и биологической борьбы с филлофагами в лесничествах Оренбургской области за период 2002 – 2010 гг.) были рассчитаны следующие оптимальные уравнения регрессии (22 – 26). Средние показатели за вегетацию (температура, влажность и ГТК) в расчетах не применялись, так как интересовало лишь влияние этих факторов в конкретный период обработки:

$$\ln(Eff) = a_0 + a_1 \ln Mto + a_2 \ln Fo, \quad (22)$$

$$\ln(Eff) = a_0 + a_1 \ln Mto + a_2 \ln Fo + a_3 X, \quad (23)$$

$$\ln(Eff) = a_0 + a_1 \ln Fo + a_2 X, \quad (24)$$

$$\ln(Eff) = a_0 + a_1 \ln Fo + a_2 X + a_3 X1, \quad (25)$$

$$\ln(Eff) = a_0 + a_1 \ln Fo + a_2 X + a_3 X2 + a_4 X3, \quad (26)$$

где Eff – эффективность применения препаратов, %;

Mto – средняя температура воздуха в период обработки, °С;

F_o – относительная влажность воздуха в период обработки, %;

X – бинарная переменная, кодирующая способ обработки: $X = 0$ – для химической и $X = 1$ – для биологической обработки; X_1 – бинарная переменная, кодирующая породный состав обрабатываемых массивов: $X_1 = 0$ для хвойных и $X_1 = 1$ для лиственных насаждений; X_2 и X_3 – блоковые фиктивные переменные, кодирующие вид: рыжий сосновый пилильщик ($X_2 = 0$; $X_3 = 0$), звездчатый пилильщик-ткач ($X_3 = 0$; $X_4 = 1$) и непарный шелкопряд ($X_2 = 1$; $X_3 = 0$).

Таблица 78 – Значения R^2 , SE и t уравнений (22 – 26)

Зависимая переменная	R^2	SE	t_{Const}	t_{Mto}	t_{Fo}	X	X1	X2	X3
Уравнение (22)									
ln(Eff)	0,487	0,061	6,84	2,36	1,40	-	-	-	-
Уравнение (23)									
ln(Eff)	0,947	0,019	24,24	0,004	1,85	9,57	-	-	-
Уравнение (24)									
ln(Eff)	0,947	0,018	29,53	-	1,99	11,86	-	-	-
Уравнение (25)									
ln(Eff)	0,958	0,017	25,68	-	1,03	11,33	1,46	-	-
Уравнение (26)									
ln(Eff)	0,964	0,018	21,0	-	1,68	10,80	-	2,07	2,46

Полученные в результате расчетов уравнений (22 – 26) значения R^2 , SE и критерий Стьюдента при независимых переменных показаны в таблице 78.

Из таблицы 78 видно, что температура воздуха в период обработки оказывает влияние на ее эффективность в уравнении (22), а влажность воздуха не оказывает влияния ($t_{факт} \geq t_{теор(0,5)} = 2$ у первой переменной, $t_{факт} < t_{теор(0,5)}$ у второй переменной). Стандартная ошибка в этом уравнении очень низкая, как и во всех остальных уравнениях. А вот коэффициент детерминации очень низок, поэтому данное уравнение не применимо для табулирования. У остальных уравнений коэффициент детерминации между зависимой и независимыми переменными находится на очень высоком уровне, и данный фактор не ключевой при выборе основного уравнения для табулирования. При добавлении в уравнение (22) фиктивной переменной, кодирующей способ обработки, критерии Стьюдента у

климатических переменных становятся незначимыми, при этом сама переменная значима на 0,01%-ном уровне.

Таблица 79 – Зависимость эффективности обработки очагов филлофагов химическими и биологическими препаратами при разных показателях относительной влажности воздуха*

Относительная влажность воздуха в период обработки, %	Эффективность обработки, %	
	химические препараты	биологические препараты
5	100,0	92,37
10	100,0	87,41
15	99,96	84,64
20	97,70	82,72
25	95,98	81,27
30	94,59	80,10
35	93,44	79,12
40	92,45	78,28
45	91,59	77,55
50	90,83	76,91
55	90,14	76,32
60	89,52	75,80
65	88,95	75,32
70	88,43	74,87
75	87,94	74,46
80	87,49	74,08
85	87,07	73,73
90	86,67	73,39
95	86,30	73,08
100	85,95	72,78

* прогнозирование эффективности проведения истребительных мероприятий в зависимости от относительной влажности воздуха при соблюдении оптимальных условий обработки.

Если из уравнения (23) убрать переменную температуры в период обработки, то критерии существенности переменных становятся значимыми.

При добавлении в уравнение (24) еще одной фиктивной переменной, кодирующей породный состав насаждений, наблюдается падение значения критерия у влажности до несущественного уровня. В отличие от уравнения (25) в уравнении (26) критерии Стьюдента у фиктивных переменных, кодирующих вид того или насекомого, значимы на 5%-ном уровне. Но данное уравнение не

было использовано при табулировании, так как критерий Стьюдента у влажности воздуха находится на низком уровне.

В качестве модели для табулирования использовалось уравнение (24). Результат его табулирования представлен в таблице 79.

Заключение

Разработаны модели краткосрочного прогнозирования площади очагов массового размножения в зависимости от климатических факторов.

На площадь очагов массового размножения непарного шелкопряда влияет ряд абиотических факторов, представленных в порядке убывания значимости: средняя температура января ($r = -0,31$, $R^2 = 0,097$) – обратная корреляционная связь, солнечная активность ($r = -0,28$, $R^2 = 0,08$) – связь отрицательная у всех типов уравнений парной регрессии, среднегодовая температура ($r = -0,25$, $R^2 = 0,06$) – связь отрицательная.

Наибольшее влияние на площадь очагов массового размножения златогузки оказывает солнечная активность – по всем четырём уравнениям коэффициент корреляции колеблется от 0,46 до 0,54, коэффициент детерминации от 0,22 до 0,29. По всем типам уравнений при 5%-ном уровне значимости связь между переменными существенна, а у уравнения типа $Y = a + bX$ она существенна и при 1%-ном уровне значимости. Коэффициент корреляции у средней температуры июля колеблется от -0,24 у уравнения типа парабола до -0,61 в логарифмической кривой, у кривой типа $\ln Y = a - bX$ корреляционная связь между переменными существенна на 1%-ном уровне. Связь во всех уравнениях обратная. Средняя температура воздуха января значительно меньше коррелирует с площадью очагов златогузки.

Наибольшее влияние на площадь очагов массового размножения зелёной дубовой листовёртки оказывает показатель среднегодовой температуры воздуха, коэффициент корреляции колеблется по уравнениям от -0,46 до -0,6, наибольшие значения достигаются у уравнений логарифмической кривой и у пара-

болы. Корреляционная связь – сильная, коэффициент детерминации достигает 50%. В двух типах уравнений связь существенна на 1%-ном уровне значимости, в одном на 5%-ном, а у уравнения типа $\ln Y = a - bX$ связь несущественна даже на 5%-ном уровне значимости. Связь отрицательная. У суммы положительных температур показатели статистических показателей ниже на 20 – 30%, чем у среднегодовой температуры. Корреляция между средней температурой июля и площадью очагов насекомых находится в коридоре от -0,48 до -0,59. Во всех четырех уравнениях связь существенна на 5%-ном уровне значимости. Связь отрицательная. Показатель ГТК оказывает существенное влияние (во всех уравнениях корреляционная связь средняя, кроме уравнения кривой типа $\ln Y = a - bX$, здесь связь слабая) на площадь очагов данного филлофага. (r) колеблется от 0,24 до 0,49, максимум у параболы. Корреляционная связь на 5%-ном уровне существенна лишь в данном типе уравнения и у уравнения прямой линии. В целом связь положительная.

У рыжего соснового пилильщика как хвойного филлофага можно отметить самые низкие статистические показатели у всех изучаемых факторов по всем уравнениям простой регрессии. Соответственно, связь между климатическими факторами и площадью очагов массового размножения филлофага несущественная. Это доказывается низкими значениями критерия Стьюдента ($t_{\text{факт}} < t_{\text{теор}}$). Лишь у одного фактора при 5%-ном уровне значимости фактические значения критерия Стьюдента приближаются к этому значению ($t_{\text{факт}} \geq t_{\text{теор}}$) – это средняя температура воздуха января.

Показатель влажности воздуха за вегетационной период оказывает значительно меньшее влияние на площадь очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика, чем температура января и ее отклонение, но данная связь устойчива во всех четырех уравнениях. Коэффициент корреляции колеблется от -0,21 до -0,28, наибольшее значение (r) наблюдается у параболы (средняя зависимость), так как связь отрицательна.

Площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача тесно коррелирует с климатическими факторами как положительно, так и отри-

цательно. Наиболее тесная положительная связь наблюдается между зависимой переменной и высотой снежного покрова. Во всех случаях корреляционная зависимость средняя, но лишь в уравнении типа $\ln Y = a + bX$ она ближе к сильной и составляет 0,58. В данном случае при 1%-ном уровне значимости корреляционная связь существенна. Довольно сильная прямая связь наблюдается между искомым фактором и солнечной активностью. Во всех уравнениях она средняя, лишь у $\ln Y = a + bX$ уровень связи низкий. Самая же высокая корреляция наблюдается у уравнения параболы 2-го порядка, $r = 0,48$, к тому же здесь она существенна на 5%-ном уровне. Корреляционная связь между суммой годовых положительных температур и искомым показателем отрицательная, близкая к средней степени, везде несущественна, наибольшее значение $r = -0,3$ у параболы. Наиболее устойчивый фактор в смысле колебания (r) по уравнениям регрессии – влажность воздуха за вегетационный период – от 0,24 до 0,26. Теснота связи близкая к средней, максимум наблюдается у параболы. Еще одним существенным фактором, влияющим на площадь очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача, является средняя температура января, особенно ее отклонение от нормы. Видимо, это важный фактор для филлофагов хвойных деревьев. Максимальный показатель $r = 0,37$ наблюдается у параболы.

Для моделирования динамики численности филлофагов с целью прогноза их площади очагов массового размножения были выбраны наиболее оптимальные уравнения множественной регрессии для каждого вида.

Для описания площади очагов массового размножения непарного шелкопряда, златогузки, зелёной дубовой листовёртки и рыжего соснового пилильщика достаточно трех климатических факторов, а для моделирования площади очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача достаточно двух факторов.

Из всех используемых в моделировании климатических факторов во всех уравнениях встречается высота снежного покрова. У трех насекомых, в том числе у двух филлофагов хвойных деревьев, в уравнения включен фактор сред-

негодовой температуры. В других уравнениях активно используются следующие факторы – температура воздуха июля и января. В двух уравнениях, у непарного шелкопряда и рыжего соснового пилильщика, в качестве независимой переменной используются ГТК и относительная влажность, а у златогузки – солнечная активность.

Отмечено, что на филлофагов большое влияние оказывают температурные факторы и величина снежного покрова, в меньшей степени влажность и солнечная активность.

Для практического использования пяти уравнений в качестве моделей прогнозирования площади очагов массового размножения филлофагов были составлены таблицы зависимости площади очагов филлофагов от климатических факторов. Эффективность выбранной модели составляет в среднем у непарного шелкопряда – 99%, у златогузки – 97,7, у зелёной дубовой листовёртки – 96,6, у рыжего соснового пилильщика – 96,7, у звёздчатого пилильщика-ткача – 96,2%.

Для проверки влияния ряда климатических факторов на эффективность обработки площадей очагов массового размножения филлофагов использовали уравнения множественной регрессии.

В качестве модели для табулирования использовалось уравнение $\ln(Eff) = a_0 + a_1 \ln Fo + a_2 X$. Так, при влажности от 1 до 30% эффективность химических препаратов составит 98,0% в среднем, биологических – 84,8%; при влажности от 66 до 100% – 87,1 и 73,8% соответственно. Представленные данные свидетельствуют об обратной зависимости между эффективностью проведения истребительных мероприятий и относительной влажностью воздуха. Эффективность обработки химическими препаратами всегда была выше, чем биологическими.

Основная экспериментальная и аналитическая работа, а также написание и публикация статей по данным разделам 8.1 – 8.5 были проведены полностью лично диссертантом. Консультационная помощь была оказана Евгением Владимировичем Колтуновым, д.б.н., профессором (Ботанический сад УрО РАН).

ВЫВОДЫ

1. Современное состояние и устойчивость лесных насаждений к действию экстремальных природно-климатических и антропогенных факторов окружающей среды определяется экотонным эффектом Южного Предуралья. Граница зонального экотона леса и степи на территории Оренбургской области проходит между I – III и IV – VI зонами. Наибольшее угнетение древесной растительности наблюдается на юге и юго-востоке области на солонцах. Средний многолетний ГТК вегетационного периода I – III зон находится в пределах 0,93 – 0,96, зон IV – VI – в пределах 0,51 – 0,55. Различия между зонами более значимы на 0,1%-ном уровне, т. е. ГТК I – III зон существенно выше, чем у IV – VI зон ($t_{Эмп} = 42$; при $p \leq 0,05$ $t_{кр} = 2,78$, при $p \leq 0,01$ $t_{кр} = 4,6$).

2. В зоне среднего, сильного и максимального антропогенного воздействия на окружающую среду наблюдается снижение биологической устойчивости насаждений и появление перманентных очагов массового размножения дендрофильных филофагов, которые фактически являются индикаторами низкой устойчивости насаждений.

3. В лесных экосистемах Южного Предуралья с нарушенной биологической устойчивостью возникают перманентные вспышки массового размножения дендрофильных филофагов-индикаторов ослабленности насаждений с преобладанием непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), зелёной дубовой листовёртки (*Tortrix viridana* L.), златогузки (*Euproctis chrysorrhoea* L.), рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoff.) и звёздчатого пилильщика-ткача (*Acantholyda nemoralis* Thoms.), дающие комплексные очаги массового размножения на юге с красноголовым пилильщиком-ткачом (*Acantholyda erythrocephala* L.), механизмы образования первичных очагов которых связаны с лесорастительными условиями. Цикличность появления вспышек массового размножения непарного шелкопряда и зелёной дубовой листовёртки проявляется в пределах от 5 до 11 лет в условиях Южного Предуралья, у златогузки этот цикл более длительный.

4. Сумма среднесуточных положительных температур развития непарного шелкопряда в условиях зонального экотона леса и степи Южного Предуралья составляет около 1900°С, златогузки – около 1600, зелёной дубовой листовёртки – около 1140, рыжего соснового пилильщика – около 1400, звёздчатого пилильщика-ткача – около 1300°С в среднем.

5. В условиях зонального экотона леса и степи Южного Предуралья особенности фенологии хвоегрызущих филлофагов проявляются в том, что филлофаги имеют продолжительную диапаузу в несколько лет, связанную с адаптацией филлофагов к неблагоприятным климатическим условиям. У ложногусениц звёздчатого пилильщика-ткача отмечена диапауза, продолжающаяся иногда 7 – 8 лет, что в условиях лесостепной и степной зон способствует формированию хронических очагов, в которых высокая численность (26,3 шт./м²) особей звёздчатого пилильщика-ткача обеспечивает сильную дефолиацию крон в течение нескольких лет подряд. Площадь очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика за период с 1990 по 2010 гг. составила в среднем 657,5 га, звёздчатого пилильщика-ткача – 914,1 га.

6. Увеличение площади очагов массового размножения филлофагов в условиях зонального экотона леса и степи Южного Предуралья чаще всего совпадает с подъемом солнечной активности. Нарастанию популяции многих листогрызущих филлофагов, находящихся в фазе яйца в период перезимовки (непарный шелкопряд), способствуют безморозные зимы. Выход из депрессии происходит каждый раз в засушливые годы со значительными отклонениями от климатической нормы температуры и суммы осадков в период питания гусениц (май – июль). Отсутствие естественных врагов – паразитов и хищников – связано с периодическим проведением истребительных мероприятий с использованием химических и биологических инсектицидов, что приводит к возникновению хронических очагов массового размножения филлофагов.

7. Механизмы образования первичных очагов листогрызущих филлофагов связаны с особыми лесорастительными условиями. Наилучшие условия для образования первичных очагов зелёной дубовой листовёртки складываются в

чистых или с незначительной примесью сопутствующих пород пойменных и нагорных дубравах, где плотность популяции листовёртки составляет от $15,34 \pm 0,91$ до $22,39 \pm 1,95$ гус./100 точек роста. Очаги массового размножения приурочены к дубу ранней формы порослевого происхождения, угнетенного мучнистой росой, гнилевыми заболеваниями и общим длительным усыханием. Наилучшими условиями питания и размножения непарного шелкопряда являются чистые дубравы или с примесью сопутствующих пород до 20% в возрасте от 30 до 70 лет, полнотой 0,4 – 0,5, 1 яруса, V бонитета, тип леса С1, тип условий местопроизрастания – дубравы нагорные, узкомятликовые. Развитие златогузки приурочено к дубравам порослевого происхождения с различной степенью сомкнутости крон деревьев. Очаги массового размножения сосновых пилильщиков отмечены повсеместно в естественных насаждениях сосны обыкновенной и в сосновых культурах разного возраста, где встречается корневая или сосновая губка, или древостои ослаблены воздействием абиотических факторов.

8. Лесные экосистемы Южного Предуралья находятся в неблагоприятном санитарном состоянии, что провоцирует распространение очагов массового размножения листо- и хвоегрызущих филлофагов и появление болезней ветвей, стволов и корней. Из 120 проб ядер дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) без признаков гнили были только 32 дерева, или 26,7%, из 150 проб ядер сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) – 55 деревьев, или 36,7%.

9. На радиальный прирост дуба влияет эруптивная фаза динамики численности непарного шелкопряда, при которой наблюдается сильная дефолиация кроны, что приводит к снижению прироста на следующий год. Также отмечено влияние солнечной радиации, гидротермический коэффициент августа на радиальный прирост дуба черешчатого, которое в большей степени проявляется только через один или два года после воздействия. Радиальный прирост сосны зависит от вспышек массового размножения сосновых пилильщиков, при которых наблюдается сильная дефолиация сосны. Отмечено влияние солнечной активности, гидротермический коэффициент июля на радиальный прирост сосны

обыкновенной в условиях Оренбургской области, что проявляется спустя два года. Связь между радиальным приростом деревьев и климатическими параметрами не всегда однозначна, поскольку на прирост деревьев обычно влияет комплекс факторов.

10. Разработаны модели прогнозирования площади очагов массового размножения филофагов с учетом особенностей климатических факторов. Выделены наиболее значимые климатические факторы для каждого вида. Эффективность выбранной модели составляет, в среднем, у непарного шелкопряда 99%, у златогузки – 97,7, у зелёной дубовой листовёртки – 96,6, у рыжего соснового пилильщика – 96,7, у звёздчатого пилильщика-ткача – 96,2%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аверкиев, И.С. Атлас вреднейших насекомых леса / И.С. Аверкиев. – 2-е изд., перераб. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 72 с.
2. Авраменко, И.Д. Зимняя пяденица / И.Д. Авраменко // Защита растений. – 1963. – № 10. – С. 55.
3. Агафонова, А. Л. Влияние экологических факторов на рост и развитие липы мелколистной в г. Екатеринбурге: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.Л.Агафонова. – Екатеринбург, 2011. – 23 с.
4. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51 – 57.
5. Андреева, Е.М. Показатели питания гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) при разной плотности выращивания в младших возрастах / Е.М. Андреева // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2009. – Вып. 187. – С. 12 – 20.
6. Амирханова, С.Н. Химизм растений и выживаемость непарного шелкопряда / С.Н. Амирханова // Научная конференция по вопросам массовых размножений вредителей леса. – Уфа, 1962. – С. 81 – 95.
7. Аникин, В.В. Чешуекрылые (*Lepidoptera*) – вредители лесных и лесопарковых культур Саратовской области / В.В. Аникин // Проблемы энтомологии в России: сб. науч. тр. XI съезда РЭО. – Т. 1. – СПб., 1998. – С. 14 – 15.
8. Аникин, В.В. Экологический обзор чешуекрылых (*Lepidoptera*) Нижнего Поволжья. II / В.В. Аникин // Энтومол. обозр. – 1999. – Т. 78. – № 4. – С. 815 – 824.
9. Аникин, В.В. Чешуекрылые (*Lepidoptera*) Нижнего Поволжья / В.В. Аникин // Изв. Сар. гос. ун-та. Сер. биол. Спец. вып. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2001. – С. 214 – 258.
10. Апостолов, Л.Г. К вопросу об условиях образования очагов массового размножения вредителей дуба / Л.Г. Апостолов // Изв. вузов. Лесной журнал. – 1968. – № 4. – С. 20 – 22.

11. Апостолов, Л.Г. Эколого-биологические особенности взаимодействия дуба черешчатого и зеленой дубовой листовертки в дубравах юго-восточной Украины / Л.Г. Апостолов, А.В. Ивашов // Защита лесов. – Вып. 4. – Л.: ЛТА, 1977. – С. 50 – 54.
12. Апостолов, Л.Г. Влияние паразитов на численность зеленой дубовой листовертки в горном Крыму / Л.Г. Апостолов, А.Л. Подмарьков // Достижения науки и передового опыта защиты леса от вредителей и болезней: тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. – М.: ВНИИЛМ, 1987. – С. 7 – 8.
13. Арсенов, П.П. Об усыхании пойменных дубняков в Хоперском государственном заповеднике / П.П. Арсенов // Лесное хозяйство. – 1972. – № 1. – С. 31 – 34.
14. Астапенко, С.А. Особенности экологических ниш массовых видов пилильщиков (*Symphyla, Hymenoptera*) в ельниках Красноярского края / С.А. Астапенко, Ю.Н. Баранчиков, Е.Н. Пальникова // Экология. – Красноярск – 2006. – С. 73 – 77.
15. Баранчиков, Ю.Н. Трофическая специализация чешуекрылых / Ю.Н. Баранчиков. – Красноярск: ИЛид СО АН СССР, 1987. – 171 с.
16. Баранчиков, Ю.Н. Сравнительная оценка политрофности гусениц непарного шелкопряда с трех континентов. / Ю.Н. Баранчиков, М.Е. Монтгомери // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – 2009. – Вып. 187. – С. 40 – 46.
17. Бахвалов, С.А. Вспышки массового размножения непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (*Lepidoptera, Lymantridae*) на Урале и в Западной Сибири: история и современная ситуация / С.А. Бахвалов, И.Б. Кнорр, И.Н. Сыромятникова // Проблемы энтомологии в России: сб. науч. тр. XI съезда РЭО. – Т. 1. – СПб., 1998. – С. 31 – 32.
18. Бахвалов, С.А. Экологическая плотность и чувствительность к вирусной инфекции рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) в сосновых насаждениях с неоднородными лесорастительными условиями / С.А. Бахвалов, В.Н. Жимерикин, В.В. Мартемьянов // Энтомологический жур-

нал. – Том 2. – Выпуск 4. – 2003. – С. 261 – 264.

19. Бахвалов, С.А. Влияние дефолиации на изменения количества аллелохемиков и растворимых сахаров в листьях березы повислой (*Betula pendula* Roth) / С.А. Бахвалов, Т.А. Кукушкина, Г.И. Высочина // Сибирский экологический журнал. – 2010. – Т. 17. – № 2. – С. 291 – 297.

20. Бей-Биенко, Г.Я. Диапауза как регулятор жизненного цикла / Г.Я. Бей-Биенко // Общая энтомология. – М.: Высшая школа, 1958. – С. 135 – 143.

21. Белецкий, Е.Н. Теоретическое обоснование цикличности динамики популяций для разработки многолетнего прогноза массового появления вредных насекомых: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Е.Н. Белецкий. – Киев, 1987. – 42 с.

22. Белов, А.Н. Определение потерь прироста деревьев в очагах размножения листогрызущих насекомых / А.Н. Белов // Изв. Тимирязевской с.-лх. акад. – 1984. – № 4. – С. 182 – 186.

23. Белянина, Е.В. Флора естественных и антропогенных экотонов Оренбургской области / Е.В. Белянина // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5 ([http://www.science-education .ru/ru/article/view?id=10591](http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10591)).

24. Бенкевич, В.И. Массовые появления непарного шелкопряда и их прогноз в Воронежской обл. / В.И. Бенкевич // Науч. докл. выс. шк. Биол. науки. – 1963. – № 1. – С. 17 – 23.

25. Бенкевич, В.И. Вспышки массового размножения непарного шелкопряда *Ocneria dispar* L. (*Lepidoptera/ Liparidae*) в европейской части СССР в связи с колебаниями солнечной активности, циркуляционными преобразованиями атмосферы, климатом и погодой / В.И. Бенкевич // Экология и систематика животных. – Вып. 4. – М.: ОЗПИ, 1966. – С. 3 – 41.

26. Бирюкова, З.П. От азбуки жизни – к национальной идее / З.П. Бирюкова // Журнал русской культуры «Москва». – 2015. – №01. – С. 151 – 163.

27. Битвинскас, Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинскас. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 170 с.

28. Богачева, И.А. Упрощенный метод для определения степени повреж-

дения поверхности листа листогрызущими насекомыми / И.А. Богачева // Тр. Ин-та экологии растений и животных. – 1979. – № 119. – С. 110 – 116.

29. Бойко, Г. Е. Специализация зеленой дубовой листовертки (*Tortrix viridana* L.: *Lepidoptera*, *Tortricidae*) к кормовому растению и ее проявления в индивидуальных консорциях и фенологических группах консорций дуба: дис. ... канд. биол. наук / Г.Е. Бойко. – Таврический национальный ун-т им. В.И. Вернадского. – Симф., 2001. – 154 с.

30. Бартенева, Э.В. Влияние температуры на интенсивность питания гусениц непарного шелкопряда / Э.В. Бартенева, И.В. Гостюнин, Л.Т. Персидская // Научн. труды МЛТИ. – Вып. 30. – М., 1974. – С. 93–96.

31. Будаев, С. Д. Экологическое обоснование системы защиты светлосвойных лесов Бурятии от насекомых-вредителей: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.Д. Будаев. – Улан-Удэ, 2007. – 20 с.

32. Ваганов Е.А. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской субарктике / Е.А. Ваганов, С.Г. Шиятов, В.С. Мазепа. – Новосибирск: Наука, 1996. – 246 с.

33. Ваганов, Е.А. Влияние климатических факторов на прирост и плотность древесины годовых колец ели и сосны в горах Северной Италии: материалы временных коллективов / Е.А. Ваганов, М.В. Скомаркова, Э.Д. Шульце, П. Линке // Лесоведение. – 2007. – № 2. – С. 37 – 44.

34. Вайнштейн, Б.Л. К экологии непарного шелкопряда / Б.Л. Вайнштейн // Зоол. журн. – 1951. – Т. 30. – Вып. 3. – С. 238 – 242.

35. Васильева, Л.А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве / Л.А. Васильева. – Новосибирск, 2007. – 128 с.

36. Велисевич, С.Н. Влияние климатических факторов на радиальный рост кедра и лиственницы в экотопах с различной влажностью почвы на юге Западной Сибири / С.Н. Велисевич, О.В. Хуторной // Journal of Siberian Federal University-Biology 1. – 2009 – № 2. – С. 117 - 132.

37. Викторов, Г.А. К вопросу о причинах массовых размножений насекомых / Г.А. Викторов // Зоол. журн. – 1955. – Т. 34. – Вып. 2. – С. 259 – 266.

38. Викторов, Г.А. Биоценоз и вопросы численности насекомых / Г.А. Викторов // Журн. общей биол. – 1960. – Вып. 21. – № 6. – С. 401 – 411.
39. Викторов, Г.А. Проблемы динамики численности насекомых на примере вредной черепашки / Г.А. Викторов. – М.: Наука, 1967. – 271 с.
40. Викторов, Г.А. Динамика численности животных и управление ею / Г.А. Викторов // Зоол. журн. – 1975. – Т. 4. – № 6. – С. 804 – 821.
41. Викторов, Г.А. Экология паразитов-энтомофагов / Г.А. Викторов. – М.: Наука, 1976. – 151 с.
42. Вишнякова, С.В. Вредоносность рыжего соснового пилильщика в культурах первых лет жизни / С.В. Вишнякова // Научные труды Моск. лесотехн. ин-та. – 1992. – № 256. – С. 85 – 89.
43. Вишнякова, С.В. Биологические особенности и вредоносность рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) в несомкнувшихся культурах Брянской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.В. Вишнякова. – М., 1993. – 20 с.
44. Вишнякова, С.В. Некоторые особенности эмбрионального развития рыжего соснового пилильщика в сосняках Брянской области / С.В. Вишнякова // Науч.тр. Моск. гос. ун-т леса. – 2000. – Вып. 302[1]. – С.196 – 198.
45. Вишнякова, С.В. Синхронность развития кормовой породы и фитофага как составная часть лесопатологического мониторинга (на примере рыжего соснового пилильщика и сосны обыкновенной) / С.В. Вишнякова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: БГИТА, 2006. – С. 21 – 23.
46. Вольф, В.Г. Статистическая обработка опытных данных / В.Г. Вольф. – М.: Колос, 1966. – 254 с.
47. Воронцов, А.И. Биология непарного шелкопряда и меры борьбы с ним / А.И. Воронцов // Вести с.-х. науки. – 1958. – № 4. – С. 101 – 108.
48. Воронцов, А.И. Вспышки массового размножения лесных насекомых на русской равнине за 100 лет в связи с климатом и погодой / А.И. Воронцов // Вопр. экологии. – Т.7. – Киев: КГУ, 1962. – С. 30 – 33.

49. Воронцов, А.И. Математические методы в защите леса от вредителей и болезней / А.И. Воронцов // Лесное хозяйство. – 1967. – №12. – С. 31 – 35.
50. Воронцов, А.И. Роль листогрызущих насекомых в лесном биогеоценозе / А.И. Воронцов, Е.Н. Иерусалимов, Е.Г. Мозолевская // Журнал общей биологии. – 1967. – Т.28. – №2. – С. 172 – 187.
51. Воронцов, А.И. Дубовая зеленая листовертка в дубравах Подмосковья / А.И. Воронцов, В.А. Ефремова // Сб. работ МЛТИ. – Вып. 25. – М.: МЛТИ, 1969. – С. 115 – 124.
52. Воронцов, А.И. Новая волна усыхания дуба / А.И. Воронцов // Вопр. защ. леса. – Вып. 38. – М.: МЛТИ, 1971. – С. 194 – 197.
53. Воронцов, А.И. Энтомофаги лесных вредителей и их использование для защиты леса / А.И. Воронцов // Лесное хозяйство и лесная промышленность СССР. – М., 1972. – С. 374 – 383.
54. Воронцов, А.И. Роль лесопатологических факторов в усыхании дуба на Русской равнине / А.И. Воронцов // О мерах по улучшению состояния дубрав в европейской части РСФСР. – Воронеж: ВГУ, 1972. – С. 9 – 13.
55. Воронцов, А.И. Материалы по биологии и экологии зеленой дубовой листовертки / А.И. Воронцов // Вопросы защиты леса. – Вып. 65. – М.: МЛТИ, 1974. – С. 35 – 55.
56. Воронцов, А.И. Некоторые вопросы динамики численности лесных насекомых / А.И. Воронцов // Вопросы защиты леса. – Вып. 65. – М.: МЛТИ, 1974. – С. 7 – 18.
57. Воронцов, А.И. Некоторые количественные методы в экологии лесных насекомых / А.И. Воронцов, Г.Э. Инсаров // Лесоведение. – 1977. – № 4. – С. 3 – 17.
58. Воронцов, А.И. Опыт пространственно-временного анализа вспышек массового размножения *Tortrix viridana* L. / А.И. Воронцов, В.В. Страхов // Насекомые-вредители лесов Башкирии. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1977. – С. 73 – 79.
59. Воронцов, А.И. Патология леса / А.И. Воронцов. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 270 с.

60. Воронцов, А.И. Лесозащита / А.И. Воронцов, И.Г. Семенкова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 335 с.
61. Воронцов, А.И. Лесная энтомология: учебник для вузов / А.И. Воронцов. – 5-е изд. – М.: Высшая школа, 1995. – 368 с.
62. Вшивкова, Т.А. Биохимические компоненты, определяющие качество кормовых растений для гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) начальных возрастов / Т.А. Вшивкова // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – СПб., 2009. – Вып. 187. – С. 87 – 95.
63. Географический атлас Оренбургской области / РАН, УрО, Ин-т степи; науч. ред. А.А. Чибилев. – Оренбург: ДИК, 1999. – 95 с. : ил.
64. Голосова, М.А. Влияние объедания пяденицами листвы деревьев на их прирост и состояние / М.А. Голосова // Вопросы лесозащиты. – 1969. – Т. 1. – С. 39 – 43.
65. Голубев, А.В. Математические методы в лесозащите / А.В. Голубев, Г.Э. Инсаров, В.В. Страхов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 100 с.
66. Госдоклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2012 году». – Оренбург, 2013.
67. Гниненко, Ю.И. Особенности динамики численности звёздчатого пилильщика-ткача / Ю.И. Гниненко // Тезисы докладов Всесоюзного совещания (г. Волгоград, 9 – 11 сентября 1986 г.) по защите агропромышленных насаждений степных лесов от вредителей и болезней. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1986. – С. 59 – 60.
68. Гниненко, Ю.И. Экология рыжего соснового пилильщика в сосняках Северного Казахстана и Южного Зауралья / Ю.И. Гниненко // Лесоведение. – 1995. – С. 56 – 61.
69. Гниненко, Ю.И. Вспышки массового размножения лесных насекомых в Сибири и на Дальнем Востоке в последней четверти XX века / Ю.И. Гниненко // Лесохозяйственная информация. – 2003. – №1. – С. 46 – 57.
70. Гниненко, Ю.И. Роль патогенов и энтомофагов звездчатого и красно-голового пилильщиков-ткачей в очагах массового размножения / Ю.И. Гнинен-

ко, Т.И. Симонова // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2001. – № 5 – 6. – С. 16 – 23.

71. Гниненко, Ю. И. Массовые размножения хвоегрызущих и иных вредителей сосны в лесах Волгоградской области во второй половине XX века / Ю.И. Гниненко, Г.А. Серый // Защита леса от вредителей и болезней. МПР РФ – ВНИИЛМИ, 2003. – С. 21 – 32.

72. Гниненко, Ю.И. Географические формы непарного шелкопряда в Северной и Центральной Азии / Ю.И. Гниненко // Лесной вестник. – № 2. – 2003. – С. 166 – 175.

73. Гниненко, Ю.И. Звёздчатый пилильщик-ткач и меры борьбы с ним в Тверской области / Ю.И. Гниненко, А.Д. Маслов, М.А. Федотов и др. // Лесное хозяйство. – 2003. – № 3. – С. 43 – 44.

74. Гниненко, Ю.И. Комплексы хвоегрызущих пилильщиков в сосняках Нижнего Поволжья / Ю.И. Гниненко, Г.А. Серый // Лесоводство и агролесомелиорация: сб. статей. – Харьков, 2009. – Вып. 116. – С. 49 – 55.

75. Гниненко, Ю.И. Методическое руководство по проведению лесопатологических обследований в очагах массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача *Acantholyda posticalis* Mats. / Ю.И. Гниненко, Г.А. Серый, О.С. Телегина. – КазНИИЛХ, Щучинск, 2011. – 36 с.

76. Гукасян, А.Б. Микроорганизмы в защите леса / А.Б. Гукасян, А.И. Машанов, А.И. Чуликов. – Новосибирск: Наука, 1981. – 192 с.

77. Грейем, С.А. Экология лесных насекомых / С.А. Грейем // Современ. пробл. энтомол. – 1959. – Т. 1. – С. 265 – 282.

78. Гримальский, В.И. Устойчивость сосновых насаждений против хвоегрызущих вредителей / В.И. Гримальский. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 526 с.

79. Губайдуллин, А.Ф. Особенности радиального прироста лесных культур дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на восточной части городских лесов Уфы / А.Ф. Губайдуллин // Инновационному развитию агропромышленного комплекса – научное обеспечение: материалы международной научно-практической конференции в рамках XXII международной специализированной

выставки «АгроКомплекс – 2012», 13 – 15 марта 2012 г. Ч. 1: Эффективное использование, охрана и воспроизводство природных ресурсов и инновационные технологии производства продукции растениеводства. Научное обеспечение инновационного развития животноводства и ветеринарии. Научно-техническое обеспечение инновационного развития АПК. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2012. – С. 35 – 38.

80. Гуров, А.В. Особенности освоения листового аппарата насекомыми-филлофагами в молодняках сосны и лиственных пород / А.В. Гуров, Н.М. Петренко // Лесоведение. – 1986. – № 4. – С. 15 – 21.

81. Гуров, А.В. Методы учета трофической активности насекомых-филлофагов в лесном биогеоценозе / А.В. Гуров, Н.М. Петренко // Лесоведение. – 1988. – № 5. – С. 15 – 19.

82. Гурский, А.Ак. Совершенствование методов оценки насаждений и ведения хозяйства в лесах Оренбургской области и Северного Казахстана / А.Ак. Гурский, А.Ан. Гурский. – Оренбург: ОГАУ, 2011. – 404 с.

83. Гурьянова, Т.М. Влияние пожара на динамику популяции рыжего соснового пилильщика в культурах сосны южной лесостепи / Т.М. Гурьянова // Лесоведение. Январь – Февраль. – 2008. – № 1. – С. 34 – 38.

84. Гурьянова, Т.М. Механизмы структурной устойчивости многолетней динамики численности рыжего соснового пилильщика / Т.М. Гурьянова // Тр. междунар. конф. «Мат. и физ. методы в экологии и мониторинге природ. среды». – М., 2001. – С. 189 – 192.

85. Гурьянова, Т.М. Итоги многолетних стационарных наблюдений за волнами размножения рыжего соснового пилильщика в разных природных зонах / Т.М. Гурьянова // Лесн. стационар. исслед.: методы, результаты, перспективы. – Тула, 2001. – С. 270 – 273.

86. Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников Европейской части СССР / В.И. Гусев, М.Н. Римский-Корсаков. – М.: Гослестехиздат, 1951. – 580 с.

87. Гусев, В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и пло-

довых деревьев и кустарников / В.И. Гусев. – М., 1984. – 472 с.

88. Давиденко, Е.В. Прогнозирование сезонного развития лесных насекомых в изменяющемся климате / Е.В. Давиденко, В.Л. Мешкова // Межд. конф. «Информационные системы диагностики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур»: тезисы докладов. – СПб. – Пушкин, 2008. – С. 94 – 97.

89. Давлатов, А.М. Биолого-экологические особенности златогузок (*Lepidoptera, Lymantriidae*) и меры борьбы с ними в Таджикистане: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.М. Давлатов. – Душанбе, 2011. – 18 с.

90. Данилевский, А.С. Дубовая листовертка (*Tortrix viridana* L.) и вопрос об устойчивости форм дуба к повреждениям / А.С. Данилевский, М.Г. Бей-Биенко // Учен. зап. ЛГУ. – 1958. – № 240. – С. 61 – 76.

91. Данилевский, А.С. Фотопериодизм и сезонное развитие насекомых / А.С. Данилевский. – Л.: Изд. ЛГУ, 1961. – 243 с.

92. Демидко, Д.А. Связь радиального прироста и жизненного состояния у деревьев кедра сибирского / Д.А. Демидко, С.А. Кривец, Э.М. Бисирова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010. – № 4 (12). – С. 68 – 80.

93. Демитрова, И.П. Влияние гелиофизических, климатических и биологических факторов на радиальный прирост ели в условиях Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.П. Демитрова. – Казань, 2000. – 21 с.

94. Дендрозкология (методика древесно-кольцевого анализа) / Д.В. Тишин. – Казань: Казанский университет, 2011. – 33 с.

95. Динамика численности лесных насекомых / А.С. Исаев, Р.Г. Хлебоброс, Л.В. Недорезов и др. – Новосибирск: Наука, 1984. – 223 с.

96. Добровольский, Б.В. Фенология насекомых / Б.В. Добровольский. – М.: Высшая школа, 1969. – 180 с.

97. Доспехов, Б.Л. Методика полевого опыта / Б.Л. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

98. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
99. Дубров, А.М. Обработка статистических данных методом главных компонент / А.М. Дубров. – М.: Статистика, 1978. – 135 с.
100. Дубровин, В.В. Особенности вспышек массового размножения зимней пяденицы / В.В. Дубровин // Достижения науки и передового опыта защиты леса от вредителей и болезней: тезисы докл. Всесоюз. НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства. – М., 1987. – С. 47 – 48.
101. Дубровин, В.В. Экология и динамика численности зимней пяденицы в дубравах лесостепи: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.В. Дубровин. – Воронеж: Воронежский лесотехн. ин-т, 1987. – 19 с.
102. Дубровин, В.В. К биологии листогрызущих насекомых-вредителей дубрав Саратовской области / В.В. Дубровин // Тез. междунар. конф. «Экология и жизнь – 2000». – Великий Новгород, 2000. – С. 7.
103. Дубровин, В.В. Особенности возникновения и развития вспышек массового размножения листогрызущих фитофагов в лесостепной и степной зонах РФ / В.В. Дубровин // Вестник: сб. науч. работ Саратов. гос. арг. ун-т им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2004. – Вып. 2. – С. 14 – 18.
104. Дубровин, В.В. Методика количественного учета зимней пяденицы в системе мониторинга за листогрызущими насекомыми / В.В. Дубровин // Лес – 2004: тез. докл. 5-й междунар. конф. – Брянск, 2004. – С. 78 – 80.
105. Дубровин, В.В. Методика количественного учета опасных вредителей лиственных растений / В.В. Дубровин // Вестник: сб. науч. работ / Саратов. гос. арг. ун-т им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2004. – Вып. 4. – С. 78 – 80.
106. Дубровин, В.В. Экологические основы совершенствования системы защиты древесных растений от основных листогрызущих насекомых в лесостепной и степной зонах РФ: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.В. Дубровин. – Саратов, 2005. – 48 с.
107. Дубровин, В.В. К вопросу о пространственном распределении листогрызущих насекомых-вредителей дубрав Саратовской области / В.В. Дубро-

вин // Защита растений: сб. науч. работ Саратов. с.-х. ин-та им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 1993. – С. 150 – 154.

108. Дубровин, В.В. Количественный учет зеленой дубовой листовертки / В.В. Дубровин // Защита растений: сб. науч. работ Саратов. гос. с.-х. акад. им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 1994. – С. 11 – 14.

109. Дукарский, О.М. Статистический анализ и обработка наблюдений на ЭВМ «Минск 22» / О.М. Дукарский, А.Г. Закурдаев. – М.: Статистика, 1971. – 243 с.

110. Дунаев, А.В. Листогрызущие чешуекрылые насекомые-вредители дуба в нагорных дубравах Харьковской области: автореф. дис. ... канд. сельхоз. Наук / А.В. Дунаев. – Харьков, 2001. – 20 с.

111. Егоров, Н.Н. Вспышка вредных насекомых в ленточных борах за последние 25 лет / Н.Н. Егоров // Лесоинженерное дело. – 1958. – №3. – С. 43 – 46.

112. Егоров, Н.Н. Динамика численности некоторых вредных насекомых в защитных лесах Алтайского края за последнее 20-летие (1930 – 1949 гг.) / Н.Н. Егоров // Массовые размножения животных и их прогноз: Вторая экол. конф.: тез. докл. – Ч. 3. – Киев: Изд-во КГУ, 1961. – С. 77 – 88.

113. Егоров, Н.Н. Дубовая листовертка в Воронежской области / Н.Н. Егоров, Н.Н. Рубцова, Т.Н. Солженикина // Зоологический журнал. – 1961. – Т. 40. – Вып. 8. – С. 1172 – 1183.

114. Елагин, И.Н. Фенологические наблюдения 1952 – 1953 гг. в Теллермановском опытном лесничестве / И.Н. Елагин // Тр. Ин-та леса АН СССР. – 1957. – Т. 33. – С. 59 – 96.

115. Ефремова, В.А. Учет движения численности популяций дубовой зеленой листовертки: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.А. Ефремова. – М., 1973. – 21 с.

116. Ефремова, В.А. *Phaeogenes invisior* Thunb. – паразит дубовой зеленой листовертки (*Tortrix viridana* L.) / В.А. Ефремова, Ф.Н. Семевский // Проблемы защиты таежных лесов. – Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1971. – С. 47 – 49.

117. Ефремова, В.А. Оптимальная система слежения за плотностью популяции лесных насекомых / В.А. Ефремова, Г.Э. Инсаров, Ф.Н. Семевский // *Общая биология*. – 1977. – Т. 38. – № 1. – С. 27 – 40.
118. Жарков, Д.Г. Энтомофаги некоторых видов чешуекрылых вредителей лесных пород в Грузии / Д.Г. Жарков, М.С. Тварадзе // *Защита леса от вредителей и болезней*. – Вып. 2. – Тбилиси: Мецинера, 1981. – С. 5 – 29.
119. Жуков, А.Б. Дубравы УССР и способы их восстановления / А.Б. Жуков // *Дубравы СССР*. – Т. 1. – Вып. 28. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. – С. 30 – 352.
120. Журавлев, И.И. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников: справочник / И.И. Журавлев, Т.Н. Селиванова, Н.А. Черемисинов. – М.: *Лесная промышленность*, 1979. – 247 с.
121. Зелинская, Л.М. Непарный шелкопряд и зеленая дубовая листовертка в лесах Южного Приднепровья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л.М. Зелинская. – Киев: Ин-т зоологии, 1964. – 19 с.
122. Злотин, Р.И. Влияние массового размножения зеленой дубовой листовертки на продуктивность лесостепных дубрав / Р.И. Злотин // *Средообразующая деятельность животных*. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – С. 44 – 48.
123. Знаменский, В.С. Эффективность энтомофагов зеленой дубовой листовертки, боярышниковой листовертки и огневок-акробатов / В.С. Знаменский // *Защита леса от вредителей и болезней*. – М.: *Лесная промышленность*, 1968. – С. 59 – 70.
124. Знаменский, В.С. Увеличение численности зеленой дубовой листовертки в лесах Подмосковья / В.С. Знаменский // *Лесн. хоз-во*. – 1975. – № 5. – С. 88 – 91.
125. Знаменский, В.С. Последствие пестицидов на выживаемость непарного шелкопряда, зеленой дубовой листовертки / В.С. Знаменский // *Защита леса от вредителей и болезней: сб. науч. тр. ВНИИЛМ*. – Пушкино, 1975. – С. 66 – 67.

126. Знаменский, В.С. Рекомендации по интегрированной борьбе с листовёртками в дубравах / В.С. Знаменский, Т.И. Зубкова, В.А. Куприянова. – М.: Изд-во ВНИИЛМ, 1976. – 17 с.
127. Знаменский, В.С. Последствие бактериальных препаратов на зеленую дубовую листовёртку, зимнюю пяденицу и златогузку / В.С. Знаменский, В.А. Куприянова // Лесохоз. информ. – М.: ЦБНТИлесхоз, 1976. – № 11. – С. 16 – 17.
128. Знаменский, В.С. Индикаторы массового размножения непарного шелкопряда / В.С. Знаменский, Н.И. Лямцев // Лесн. хоз-во. – 1985. – № 2. – С. 60 – 62.
129. Знаменский, В.С. Методическое руководство по надзору за главнейшими листогрызущими вредителями дубрав / В.С. Знаменский, Н.И. Лямцев, Е.Н. Новикова. – М.: ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, 1986. – 62 с.
130. Знаменский, В.С. Материалы научных исследований: Договор № 38 между Саратовским управлением лесами и сельхозинститутом / В.С. Знаменский, В.В. Дубровин, П.А. Матросова. – Саратов, 1994. – 105 с.
131. Ибрагимов, А.К. Об уровнях устойчивости и критическом состоянии лесных экосистем / А.К. Ибрагимов // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: межвед. сб. науч. тр. – Самара: Самарский университет, 1995. – С. 81 – 87.
132. Иванченко, Ю.Н. О причине усыхания дубовых насаждений Липецкой дачи Савальского лесничества / Ю.Н. Иванченко // Труды ВИЗР. – 1957. – Вып. 8. – С. 121 – 125.
133. Ивахненко, А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем / А.Г. Ивахненко. – Киев: Наукова думка, 1982. – 296 с.
134. Ивашов, А.В. Модификация и утилизация фенольных соединений листьев дуба пушистого гусеницами зеленой дубовой листовёртки и непарного шелкопряда / А.В. Ивашов, Г.Е. Бойко, А.П. Симчук // Журнал общей биологии. – 1992. – Т. 53. – № 3. – С. 384 – 393.

135. Идрисова, Т.Н. Материалы по биологии и экологии непарного шелкопряда в Башкирской АССР / Т.Н. Идрисова // Насекомые-вредители лесов Башкирии. – Уфа, 1977. – С. 38 – 54.
136. Ивашов, А.В. Консортивные связи зеленой дубовой листовертки (*Tortrix Viridana L.*): теоретические и прикладные аспекты: дис. ... д-ра биол. наук / А.В. Ивашов. – Таврический национальный ун-т им. В.И. Вернадского. – Симферополь, 2001. – 410 с.
137. Иерусалимов, Е.Н. Влияние объедания верхнего полога листогрызущими насекомыми на некоторые элементы лесного биоценоза: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Н. Иерусалимов. – М.: МЛТИ, 1967. – 18 с.
138. Иерусалимов, Е.Н. Нарушение физиологических процессов у деревьев, поврежденных насекомыми-дефолиантами / Е.Н. Иерусалимов // Лесоведение. – 1979. – № 2. – С. 62 – 71.
139. Ильин, А.М. Об усыхании дуба в пойменных условиях / А.М. Ильин // Лесн. хоз-во. – 1977. – № 9. – С. 70 – 71.
140. Ильинский А.И. Определитель вредителей леса / А.И. Ильинский. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 392 с.
141. Ильинский, А.И. Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / А.И. Ильинский, И.В. Тропин. – М.: Лесн. пром-сть, 1965. – 525 с.
142. Ильинский, А.И. Инвазии непарного шелкопряда в Теллермановском лесхозе и их влияние на прирост дуба / А.И. Ильинский, А.И. Кобозев // Науч. зап. Воронеж. лесотех. ин-та. – 1940. – Вып. 5. – С. 1 – 18.
143. Ильинский, А.И. Дубовая хохлатка и меры борьбы с ней / А.И. Ильинский // Лесное хозяйство. – 1958. – № 10. – С. 47 – 48.
144. Ильинский, А.И. Непарный шелкопряд и меры борьбы с ним / А.И. Ильинский. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1959. – 62 с.
145. Ильиных, А.В. К причинам затухания вспышек массового размножения непарного шелкопряда (*Lymantria dispar L.*) на территории Дальнего Востока / А.В. Ильиных, Д.К. Куренчиков, А.А. Бабурин, Е.Л. Имранова // Из-

вестия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – СПб, 2009. – Вып. 187. – С. 131 – 139.

146. Исаев, А.С. Системный анализ взаимодействия леса и насекомых / А.С. Исаев // Научные исследования для лесов будущего. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 222 с.

147. Исаев, А.С. Типы динамики численности лесных насекомых / А.С. Исаев, Р.Г. Хлебопрос, Л.В. Недорезов // Новейшие достижения лесной энтомологии. – Вильнюс, 1981. – №6. – С. 64 – 67.

148. Кальной, П.Г. Причины массового усыхания дуба в зеленой зоне Киева / П.Г. Кальной, В.М. Маурер // Лесн. журн. – 1978. – № 5. – С. 23 – 26.

149. Келус, О.Г. Географическое распространение и районы массового размножения непарного шелкопряда (*Ocneria dispar* L.) в СССР / О.Г. Келус // Вестн. защиты растений. – 1941. – № 1. – С. 45 – 52.

150. Климентьев, А.И. Красная книга почв Оренбургской области / А.И. Климентьев, А.А. Чибилев, Е.В. Блохин, И.В. Грошев // под науч. ред. А.И. Климентьева. – Екатеринбург, 2001. – 450 с.

151. Коломиец, Н.Г. Звёздчатый пилильщик-ткач / Н.Г. Коломиец. – Новосибирск: Наука, 1968. – 135 с.

152. Коломиец, Н.Г. Важнейшие вредители лесов Томской области и меры борьбы с ними / Н.Г. Коломиец, Э.И. Майер. – Томск, 1963. – 34 с.

153. Коломиец, Н.Г. Рыжий сосновый пилильщик / Н.Г. Коломиец, А.И. Воронцов, Г.В. Стадницкий. – Новосибирск: Наука, 1972. – 148 с.

154. Каменек Л.К. Биологический препарат битиплекс для защиты лесов от рыжего соснового пилильщика / Л.К. Каменек, О.Ю. Шроль, Л.А. Иванова, В.А. Кублик // Лесн. хоз-во. – 2005. – № 6. – С. 44 – 45.

155. Коломыц, Э.Г. Бореальный экотон и географическая зональность: атлас-монография / Э.Г. Коломыц. – М.: Наука, 2005. – 390 с.

156. Коломыц, Э.Г. Экология ландшафтов Волжского бассейна в системе глобальных изменений климата (прогнозный атлас-монография) / Э.Г. Коло-

мыц, Г.С. Розенберг, В.И. Колкутин, В.П. Юнина, М.В. Сидоренко, М.В. Орлова, Н.А. Сурова. – Нижний Новгород: Интер-Волга, 1995. – 165 с.

157. Коломыц, Э.Г. Методы ландшафтной экологии в прогнозных оценках биотической регуляции углеродного цикла при глобальном потеплении / Э.Г. Коломыц, Г.С. Розенберг, Л.С. Шарая // Экология. – 2009. – № 6. – С. 1 – 8.

158. Колтунов, Е.В. Насекомые-фитофаги лесных биогеоценозов в условиях антропогенного воздействия / Е.В. Колтунов. – Екатеринбург: Наука, 1993. – 137 с.

159. Колтунов, Е.В. Особенности популяционной экологии лесных насекомых-фитофагов, образующих периодические вспышки массового размножения в условиях антропогенного воздействия / Е.В. Колтунов // Проблемы энтомологии в России: сб. научн. тр. XI съезда РЭО. – Т. 1. – СПб., 1998. – С. 204 – 205.

160. Колтунов, Е.В.. Экология непарного шелкопряда в условиях антропогенного воздействия / Е.В. Колтунов, В.И. Пономарев, С.И. Федоренко. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998б. – 214 с.

161. Колтунов, Е.В. Дендрохронологические аспекты реакции древостоев на абиотический стресс как фактора популяционной динамики в очагах массового размножения насекомых-фитофагов / Е.В. Колтунов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2012. – Т. 5. – № 1. – С. 52.

162. Колтунов, Е. В. Экология непарного шелкопряда в лесах Евразии / Е.В. Колтунов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2006. – 260 с.

163. Колтунов, Е.В. Влияние дефолиации на содержание фенолсодержащих соединений в листьях повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях антропогенного воздействия / Е.В. Колтунов, М.И. Хамидуллина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – URL: www.science-education.ru/106-7436.

164. Колыбин, В.А. Биологические основы динамики численности непарного шелкопряда. Сообщ. II. Роль соотношения полов / В.А. Колыбин, Л.М. Зелинская // Вестн. зоол. (Киев). – 1976. – Вып. 4. – С. 25 – 37.

165. Компаниец, О.В. Сравнение различных методов краткосрочного прогнозирования повреждения ассимиляционного аппарата листогрызущими насекомыми / О.В. Компаниец // Экология и защита леса. – 1992. – С. 86 – 91.
166. Кондаков, Ю.Л. Непарный шелкопряд в лесах Красноярского края / Ю.Л. Кондаков // Защита лесов Сибири от насекомых-вредителей. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 30 – 77.
167. Кондаков, Ю.П. Закономерности массового размножения сибирского шелкопряда / Ю.П. Кондаков // Экология популяций лесных животных Сибири. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 206 – 265.
168. Кондаков, Ю.П. Массовые размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края / Ю.П. Кондаков // Энтомологические исследования в Сибири. – Вып. 2. – Красноярск: КФ РЭО, 2002. – С. 25 – 74.
169. Кононова, Н.Д. Почвенно-экологическая оценка лесорастительных условий почвогрунтов южного Оренбуржья / Н.Д. Кононова, Г.Г. Зуенкова, В.М. Кононов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 29 – 1. – Т. 1. – С. 16 – 18.
170. Кононов, В.М. Земледелие и экологизация на Южном Урале: поиски компромисса / В.М. Кононов, Н.Д. Кононова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 46 – 2. – С. 17 – 21.
171. Кононова, Н.Э. Выживание листогрызущих вредителей в зависимости от состояния растений / Н.Э. Кононова // Зоол. журн. – 1964. – Т. 43. – № 1. – С. 32 – 37.
172. Костин, С.Л. Влияние метеорологических условий на состояние дубрав в европейской части РСФСР / С.Л. Костин // О мерах по улучшению состояния дубрав в европейской части РСФСР: тез. докл. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1972. – С. 63 – 70.
173. Кононович, Э.В. Жизнь Земли в атмосфере Солнца / Э.В. Кононович, О.Б. Смирнова, Т.В. Матвейчук, С.А. Красоткин / ред. Якунина Г.В. – М.: МГУ, 2006. – CD.

174. Кохманюк, Ф.С. Аттрактанты непарного шелкопряда: аналитический обзор / Ф.С. Кохманюк // Химия в сельском хозяйстве. – 1980. – Т.18. – № 12. – С. 21 – 24.
175. Краснитский, А.М. Текущее усыхание в центральной лесостепи и современные задачи заповедников / А.М. Краснитский // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1976. – № 6. – С. 74 – 82.
176. Кузьмина, Д.А. Анализ динамики вспышек массового размножения насекомых-вредителей леса на северо-западе России и оценка их хозяйственной значимости: автореф. дис. ... канд. с-х. н. / Д.А. Кузьмина. – Санкт-Петербург, 2006. – 24 с.
177. Кузьмина, Е.Г. Исследования влияния метеорологических и гидрологических факторов на радиальный прирост древесины основных лесобразующих древесных растений / Е.Г. Кузьмина // Экология растений, 2009. – С. 57 – 62.
178. Кукарских, В.В. Влияние климатических факторов на радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесостепной и степной зонах Южного Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.В. Кукарских. – Екатеринбург, 2009. – 24 с.
179. Кулагин, А.Ю. Широколиственно-хвойные леса Уфимского плато: фитоценотическая характеристика и возобновление / Н.А. Мартыанов, А.А. Баталов, А.Ю.Кулагин. – Уфа: Гилем, 2002. – 222 с.
180. Кулагин, А.Ю. Современные проблемы эколого-экономической оценки лесов Республики Башкортостан / В.В. Печаткин, Ф.Н. Гарипов, А.Ю. Кулагин. – Уфа: Гилем, 2005. – 130 с.
181. Кулагин, А.Ю. Сосна обыкновенная и нефтехимическое загрязнение: дендрэкологическая характеристика, адаптивный потенциал и использование / Г.А. Зайцев, А.Ю. Кулагин. – М.: Наука, 2006. – 124 с.
182. Кулагин, А.Ю. Особенности естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в естественных и антропогенных ландшафтах Южного Урала (район сосново-березовых лесов) / Р.З. Хамидуллин, А.Ю. Ку-

лагин, Р.В. Уразгильдин, А.Н. Давыдычев // Аграрная Россия. Спец. выпуск. – 2009. – С. 70 – 71.

183. Кулагин, А.Ю. Особенности произрастания древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях: соотношение эври-, пост- и преадаптаций // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. – № 3 (4). – С. 1338 – 1340.

184. Кулагин, А.Ю. Лесные насаждения Уфимского промышленного центра: современное состояние в условиях антропогенных воздействий / А.Ю. Кулагин, О.В. Тагилова. – Уфа: Гилем, 2015. – 196 с.

185. Кутеев, Ф.С. Динамика усыхания дубовых насаждений в различных экологических условиях / Ф.С. Кутеев // О мерах по улучшению состояния дубрав в европейской части РСФСР: тез. докл. – Воронеж: Изд-во ВГУ. 1972. – С. 71 – 77.

186. Кутеев, Ф.С. Поиск новых инсектицидов для борьбы с хвое- и листогрызущими вредителями / Ф.С. Кутеев. – М.: ВНИИЛМ, 1981. – С. 109 – 111.

187. Кутеев, Ф.С. Принципы развития лесозащиты в СССР / Ф.С. Кутеев // Защ. леса от вредн. насекомых и болезней: сб. науч. тр. – М.: ВНИИЛМ, 1990. – С. 3 – 10.

188. Кучеров, С.Е. Влияние массовых размножений листогрызущих насекомых и климатических факторов на радиальный прирост древесных растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.Е. Кучеров. – Свердловск, 1988. – 24 с.

189. Кучеров, С.Е. Влияние непарного шелкопряда на радиальный прирост дуба черешчатого / С.Е. Кучеров // Лесоведение. – 1990. – № 2. – С. 20 – 29.

190. Кучеров, С.Е. Зависимость прироста дуба от климатических условий на восточной границе его ареала / С.Е. Кучеров // Регион и география: Ч. 4. – Пермь, 1995. – С. 80 – 81.

191. Кучеров, С.Е. Характеристика радиального прироста дуба в лесных насаждениях г. Уфы / С.Е. Кучеров // Дендроэкология: техногенез и проблемы лесовосстановления. – Уфа: Гилем, 1996. – С. 65 – 79.

192. Кучеров, С.Е. Характеристика радиального прироста в усыхающих дубняках на хребте Шайтан-Тау / С.Е. Кучеров // Уралэкология. Природные ресурсы. – Уфа – Москва, 2005. – С. 181.
193. Кучеров, С.Е. Динамика радиального прироста дуба черешчатого на хребте Шайтан-Тау после массового размножения непарного шелкопряда в 2002, 2003 гг. / С.Е. Кучеров // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6 (100). – С. 179 – 181.
194. Кучеров, С.Е. Реконструкция массовых размножений непарного шелкопряда на Зилаирском плато на основе анализа радиального прироста дуба черешчатого / С.Е. Кучеров // Journal of Siberian Federal University. Biology 4. – 2011. – 4. – С. 405 – 415.
195. Леонтьева, Н.Л. Статистическая обработка результатов наблюдений / Н.Л. Леонтьева. – М.: Гослесбумиздат, 1952. – 104 с.
196. Ликвентов, А.В. Влияние режима питания на рост и развитие непарного шелкопряда / А.В. Ликвентов // Тр. ВИЗРа. – Вып. 6. – 1954. – С. 64 – 74.
197. Лобанов, А.В. Усыхание в дубравах европейской части СССР по результатам экспедиционных лесопатологических обследований / А.В. Лобанов, А.А. Рожков // О мерах по улучшению состояния дубрав в европейской части РСФСР: тез. докл. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. – С. 78 – 85.
198. Лобанов, А.В. Усыхание дуба в европейской части РСФСР и мероприятия по повышению их устойчивости / А.В. Лобанов // Состояние и пути улучшения дубрав РСФСР. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. – С. 138 – 142.
199. Ловелиус, Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий / Н.В. Ловелиус. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1979. – 232 с.
200. Логойда, С.С. Биоэкологические особенности важнейших листогрызущих вредителей в дубовых лесах Закарпатской области / С.С. Логойда // Вопросы лесного хозяйства и агролесомелиорации: тез. докл. – Харьков, 1969. – С. 42 – 45.

201. Лохматов, Н.А. Усыхание дубовых насаждений в степной зоне Украины в конце шестидесятых – начале семидесятых годов / Н.А. Лохматов // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1975. – Вып. 41. – С. 56 – 63.
202. Лукьянец, В.Б. Усыхание фенологических разновидностей дуба в различных типах леса Хоперского заповедника / В.Б. Лукьянец, Д.И. Ащеулов // Дубравы Хоперского заповедника. – Ч. 2. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1976. – С. 13 – 32.
203. Лямцев, Н.И. Влияние структуры насаждений на некоторые показатели динамики численности непарного шелкопряда / Н.И. Лямцев // Надзор за вредителями и болезнями леса и совершенствование мер борьбы с ними: тез. докл. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1981. – С. 122 – 124.
204. Лямцев, Н.И. Метод учета численности непарного шелкопряда в разреженных популяциях / Н.И. Лямцев // Лесное хозяйство. – 1981. – № 6. – С. 49 – 51.
205. Лямцев, Н.И. Биометрические зависимости плодовитости непарного шелкопряда от размера его куколок и бабочек / Н.И. Лямцев // Надзор за вредителями и болезнями леса и совершенствование мер борьбы с ними: тез. докл. Всесоюз. совещ. – Пушкино, 1981. – С. 122 – 124.
206. Лямцев, Н.И. Динамика численности зеленой дубовой листовертки (*Tortrix viridana* L.) в разных экологических условиях // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – СПб, 2009. – Вып. 187. – С. 170 – 178.
207. Лямцев, Н.И. Влияние климата и погоды на динамику численности непарного шелкопряда в Европейской России / И.Н. Лямцев и др. // Лесоведение. – 2000. – № 1. – С. 62 – 67.
208. Ляшенко, Л.И. Об иммунитете красноголового ткача / Л.И. Ляшенко / Защита леса от вредных насекомых и болезней. – Том III. – М., 1971. – С. 62 – 95.
209. Магда, В.Н. Климатический отклик прироста деревьев в горных лесостепях Алтае-Саянского региона / В.Н. Магда, Е.А. Ваганов // Известия РАН.

Серия географическая. – 2006. – № 5. Сентябрь – Октябрь. – С. 92 – 100.

210. Мазепа, В.С. Метод расчета индексов годичного прироста обобщенного дендроклиматического ряда / В.С. Мазепа // Экология. – 1982. – №3. – С. 21 – 27.

211. Мазепа, В.С. Влияние осадков на динамику радиального прироста хвойных в субарктических районах Евразии / В.С. Мазепа // Лесоведение. – 1999. – № 6. – С. 14 – 21.

212. Макарова, Т.А. Биоэкологические особенности и причины вспышек массового размножения обыкновенного соснового пилильщика (*Diprion pini* L.) в условиях Севера Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук / Т.А. Макарова. – Тюмень, 2004. – 131 с.

213. Мамаев, Б.М. Определитель насекомых по личинкам / Б.М. Мамаев. – М.: Просвещение, 1972. – 400 с.

214. Мамаев, Б.М. Определитель насекомых европейской части СССР / Б.М. Мамаев, Л.Н. Медведьев, Ф.Н. Правдин. – М.: Просвещение, 1976. – 304 с.

215. Марков, В.А. Экология и динамика численности лесных насекомых Центральной России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.А. Марков. – Рязань, 2004. – 42 с.

216. Марков, В.А. О миграциях дубовой зеленой листовертки *Tortrix viridana* L. [*Lepidoptera, Tortricidae*]: аналитическое исследование / В.А. Марков // Журн. общ. биологии. – 2000. – Т. 61. – № 2. – С. 206 – 224.

217. Матвеев, С.М. Дендроклиматическое исследование сосняков Усманского бора и моделирование пожароопасных сезонов / С.М. Матвеев, В.В. Чеботарев // Лесной журнал. – 2002. – № 2. – С. 36 – 41.

218. Матвеев, С.М. Биоиндикация антропогенных изменений в сосновых насаждениях ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С.М. Матвеев. – Воронеж, 1994. – 23 с.

219. Матвеев, С.М. Дендроклиматический анализ сосны обыкновенной Усманского бора в условиях свежей субори / С.М. Матвеев // Интеграция фундаментальной науки и высшего лесотехнического образования по проблемам

ускоренного воспроизводства, использования и модификации древесины: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2000. – Т. 1. – С. 261 – 265.

220. Мелехов, И.С. Значение структуры годичных слоев и ее динамики в лесоводстве и дендроклиматологии / И.С. Мелехов // Лесной журнал. – 1979. – № 4. – С. 6 – 14.

221. Мельникова, О.Ю. Дендрохронология морозоопасных зим в лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук / О.Ю. Мельникова. – Омск, 2004. – 22 с.

222. Метелева, М.К. Статистическая оценка влияния модифицирующих факторов на возникновение вспышек массового размножения лесных насекомых / М.К. Метелева, В.Г. Суховольский // Хвойные бореальной зоны. – 2006. – № 1. – С. 80 – 86.

223. Мешкова, В.Л. Динамика очагов листогрызущих вредителей леса в восточной части УССР / В.Л. Мешкова, Л.В. Леонтьева // Достижения науки и передового опыта защиты леса от вредителей и болезней: докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. – М.: ВНИИЛМ, 1987. – С. 112 – 113.

224. Мешкова, В.Л. Воздействие применения вируса ядерного полиэдроза на динамику численности рыжего соснового пилильщика / В.Л. Мешкова, Е.В. Давиденко // Защита растений на рубеже XXI в. – Минск, 2001. – С. 407 – 410.

225. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. Том 3 / Е.Г. Мозолевская, Ю.Н. Баранчиков, А.В. Голубев и др.; под. ред. В.К. Тузова. – М., 2004. – 200 с.

226. Минкевич, И.И. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород / И.И. Минкевич, Т.Б. Дорофеева, В.Ф. Ковязин. – СПб.: Лань, 2011. – 160 с.

227. Митропольский, А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – М.: Наука, 1971. – 576 с.

228. Митряйкина, А.М. Геоэкологическая оценка влияния гелиоклиматических факторов на радиальный прирост деревьев: автореф. дис. ... канд. гео-

граф. наук / А.М. Митряйкина. – Белгород, 2006. – 24 с.

229. Михайлов, Ю.З. Влияние экологических факторов на формирование лесных фитоценозов Приангарья: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Ю.З. Михайлов. – Братск, 2008. – 24 с.

230. Мозолевская, Е.Г. К методологии мониторинга состояния лесов / Е.Г. Мозолевская: сб. науч. тр. – 1990. – Вып. 225. – С. 44 – 55.

231. Молчанов, А.А. Роль листогрызущих насекомых в жизни лесных биогеоценозов / А.А. Молчанов // Дубравы лесостепи в биогеоценологическом освещении. – М.: Наука, 1975. – С. 211 – 217.

232. Молчанов, А.А. Методика изучения прироста древесных растений / А.А. Молчанов, В.В. Смирнов. – М.: Наука, 1967. – 96 с.

233. Напалков, Н.В. Современное состояние дубовых лесов центральной лесостепи и Нижнего Поволжья / Н.В. Напалков // Дубравы СССР. – Т. 3. – Вып. 30. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1951. – С. 6 – 121.

234. Науменко, И.М. Усыхание дуба в Шиповом лесу / И.М. Науменко // Хозяйство ЦЧО. – 1930. – Вып. 1. – С. 133 – 148.

235. Науменко, И.М. Усыхание дуба в Воронежском заповеднике и лесхозах Воронежской области, его причины и практические мероприятия, с ним связанные / И.М. Науменко // Тр. Воронеж. гос. заповедника. – Вып. 3. – Воронеж, 1949. – С. 6 – 33.

236. Науменко, И.М. Прошлое и настоящее дубрав центральной лесостепи и задачи хозяйства в них / И.М. Науменко // Науч. тр. ВЛТИ. – 1960. – Т. 20. – С. 5 – 17.

237. Науменко, А.Т. Некоторые результаты исследования факторов, обуславливающих вспышки массовых размножений листогрызущих насекомых в дубравах гырнцевой зоны Молдавии / А.Т. Науменко // Работы по лесному хозяйству Молдавии. – Вып. 5. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1970. – С. 82 – 108.

238. Науменко, А.Т. Стациальная дисперсия непарного шелкопряда в дубравах Молдавии / А.Т. Науменко // Леса Молдавии и хозяйство в них. – Вып. 8. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1975. – С. 66 – 67.
239. Науменко, А.Т. Потери прироста древесины в дубравах, поврежденных листогрызущими вредителями / А.Т. Науменко // Леса Молдавии и хозяйство в них. – Вып. 8. – Кишинев: Картя Молдавеняскэ, 1975. – С. 71 – 74.
240. Николаев, А.Н. Дендрохронологический анализ природных процессов в криолитозоне (на примере Центральной Якутии): автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А.Н. Николаев. – Якутск, 2011. – 48 с.
241. Новак, В. Атлас насекомых вредителей лесных пород / В. Новак, Ф. Грозинка, Б. Стары. – Прага: Государственное сельскохозяйственное издательство, 1974. – 128 с.
242. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Оренбургской области в 2009 и прогноз ситуации на 2010 год / под ред. М.А. Чуваткина. – Оренбург, 2010.
243. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Оренбургской области в 2010 и прогноз ситуации на 2011 год / под ред. М.А. Чуваткина. – Оренбург, 2011.
244. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Оренбургской области в 2011 и прогноз ситуации на 2012 год / под ред. М.А. Чуваткина. – Оренбург, 2012.
245. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Оренбургской области в 2012 и прогноз ситуации на 2013 год / под ред. М.А. Чуваткина. – Оренбург, 2013.
246. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
247. Павлов, И.Н. Влияние дефолиации *Dendrolimus superans sibiricus tschetv.* на радиальный прирост *Pinus sibirica* и *Pinus sylvestris* / И.Н. Павлов, А.А. Агеев, А.А. Марков // Лесной и химический комплексы: проблемы и решения: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2004. – Т. 1. – С. 277 – 283.

248. Пападина, Л.Г. Звездчатый пилильщик-ткач в лесах Забайкалья / Л.Г. Пападина // Защита и карантин растений. – 2006. – № 3. – С. 66.
249. Петрович, М.Л. Регрессионный анализ и его математическое обеспечение на ЕС ЭВМ / М.Л. Петрович. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 199 с.
250. Положенцев, П.А. О значении насекомых в отмирании дубрав и меры борьбы с ними / П.А. Положенцев // Состояние и пути улучшения дубрав РСФСР. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. – С. 24 – 33.
251. Положенцев, П.А. Из наблюдений над отмиранием дуба в учебно-опытном лесхозе ВЛТИ / П.А. Положенцев, П.Г. Аничкова // Состояние и пути улучшения дубрав РСФСР. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. – С. 143 – 146.
252. Положенцев, П.А. К Вопросу о состоянии поврежденных насекомыми деревьев дуба / П.А. Положенцев, И.М. Саввин // Состояние и пути улучшения дубрав РСФСР. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. – С. 132 – 137.
253. Положенцев, П.А. О вредном синергизме листогрызущих насекомых и засухи 1972 г. / П.А. Положенцев, И.М. Саввин // Лесоводство, лесн. культуры и почвоведение. – Вып. 5. – Л., 1976. – С. 63 – 67.
254. Померанцев, Д.В. Вредные насекомые в лесах и лесных полосах юго-востока европейской части СССР / Д.В. Померанцев. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 210 с.
255. Пономарев, В.И. Экологические и популяционно-генетические особенности непарного шелкопряда / В.И. Пономарев. – Екатеринбург: Наука, 1992. – 60 с.
256. Пономарев, В.И. Популяционно-генетические особенности вспышек массового размножения непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) / В.И. Пономарев // Экология. – 1994. – № 5. – С. 81 – 82.
257. Пономарев, В.И. Влияние ионов железа (Fe^{+3}) при добавлении в корм на проявление эффекта группы у гусениц непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) / В.И. Пономарев, Н.В. Шаталин, Т.М. Стрельская // Известия Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии. – СПб., 2009. – Вып. 187. – С. 249 – 258.

258. Популяционная динамика лесных насекомых / А.С. Исаев и др. – М.: Наука, 2001. – 374 с.
259. Применение феромонов важнейших вредителей леса при ведении лесопатологического мониторинга / А.Д. Маслов, Н.И. Лямцев, Ю.А. Сергеева и др. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. – 36 с.
260. Пятницкий, Г.К. Факторы, способствующие и ограничивающие вспышки непарного шелкопряда в Крыму / Г.К. Пятницкий // Вопросы экологии и биогеоценологии. – Л.: ОГИЗ, 1935. – С. 100 – 119.
261. Пятницкий, Г.К. К вопросу массовых размножений насекомых / Г.К. Пятницкий // Массовые размножения животных и их прогнозы: тез. докл. – Ч. 3. – Киев: Изд-во КГУ, 1951. – С. 201 – 215.
262. Радкевич, В.А. Развитие листо- и хвоегрызущих насекомых в зависимости от физиологического состояния кормовых растений: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.А. Радкевич. – Киев: Укр. с.-х. акад., 1971. – 34 с.
263. Распопов, П.М. Динамика популяций растительоядных лесных насекомых как причина и как следствие изменения среды обитания / П.М. Распопов, П.М. Рафес // Биологические методы оценки состояния природной среды человека. – М.: Наука, 1978. – С. 36 – 57.
264. Рафес, П.М. Роль и значение растительоядных насекомых в лесу / П.М. Рафес. – М.: Наука, 1968. – 239 с.
265. Розенберг, Г.С. О прогнозировании прироста сосны и ели методами регрессивного анализа / Г.С. Розенберг, Н.А. Феклистов // Лесной журнал. – 1981. – № 2. – С.18 – 21.
266. Талалаев, Е.В. Бактериологический метод борьбы с сибирским шелкопрядом / Е.В. Талалаев. – Иркутск, 1961. – 47 с.
267. Рожков, А.С. Непарный шелкопряд в Восточной Сибири / А.С. Рожков, Т.Г. Васильева // Непарный шелкопряд в средней и Восточной Сибири. – Новосибирск.: Наука, 1982. – С. 4 – 19.
268. Рубцов, В.В. Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом / В.В. Рубцов, Н.Н. Рубцова. – М.: Наука, 1984. – 182 с.

269. Рубцов, В.В. Дефолиация и прирост в пойменных дубравах в условиях перманентной вспышки филлофагов ранневесеннего комплекса / В.В. Рубцов, И.А. Уткина // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов: тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. – М., 1991. – С. 23 – 24.

270. Рубцова, Н.Н. Оценка распределения кладок яиц дубовой зеленой листовертки / Н.Н. Рубцова, В.В. Рубцов // Лесоведение. – 1978. – № 3. – С. 68 – 76.

271. Руднев, Д.Ф. Влияние физиологического состояния растений на массовое размножение вредителей леса / Д.Ф. Руднев // Зоол. журн. – 1962. – Т. 41. – Вып. 3. – С. 313 – 329.

272. Румянцев, Д. Е. Диагностика особенностей роста сосны и ели в Южной Карелии с использованием методов дендрохронологии: дис. ... канд. биол. наук / Д.Е. Румянцев. – Москва, 2004. – 115 с.

273. Саввин, И.М. Вредные лесные насекомые и их роль в отмирании дубрав Чувашской АССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И.М. Саввин. – Л.: ЛТА, 1979. – 17 с.

274. Самарин, В.Ф. Особенности развития, хозяйственные значения некоторых листогрызущих насекомых в лесах Луганской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.Ф. Самарин., 1969. – 22 с.

275. Самофал, С. К вопросу о массовом усыхании дуба / С. Самофал // Лесное хозяйство. – 1929. – № 11. – С. 77 – 82.

276. Свалов, Н.Н. Вариационная статистика / Н.Н. Свалов. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 83 с.

277. Селочник, А.А. Роль патологических факторов в усыхании дуба в Теллермановском лесу / А.А. Селочник, Н.К. Кондрашова // Достижения науки и передового опыта защиты леса от вредителей и болезней: тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. – М.: ВНИИЛМ, 1987. – С. 170 – 172.

278. Селиховкин, А.В. Могут ли вспышки массового размножения насекомых-дендрофагов оказать существенное влияние на состояние биосферы? / А.В. Селиховкин // Биосфера. Междисциплинарный научный и прикладной

журнал по проблемам познания и сохранения биосферы. – СПб., 2009. – Т. 1. – №1. – С. 72 – 81.

279. Селиховкин, А.В. Сравнительная оценка роли насекомых и дендропатогенных организмов в усыхании древостоев Ленинградской области и Республики Татарстан / А.В. Селиховкин, Р.Н. Глебов, Н.Г. Магдев и др. // Лесоведение. – 2016. – № 1. – С. 25 – 37.

280. Семечкина, М.Г. Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) – опасный вредитель кедровников Северного Урала / М.Г. Семечкина, И.В. Семечкин // Защита лесов Сибири от насекомых-вредителей. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 90 – 95.

281. Сергеев, Г. Корреляционный прогноз численности вредителей / Г. Сергеев // Защита растений. – 1966. – № 10. – С. 42.

282. Серый, Г.А. Лесозащитное районирование Волгоградской области / Г.А. Серый // Защита лесов юга России от вредных насекомых и болезней: сб. науч. статей, ВНИИЛМ. – Пушкино, 2011. – С. 105 – 112.

283. Серый, Г.А. Роль энтомофагов в очагах массового размножения пилильщиков-ткачей Волгоградской области / Г.А. Серый // Вопросы биологической защиты лесов: инф. бюл. ВПРС МОББ. – Пушкино, 2009. – № 8. – С. 82 – 84.

284. Симоненкова, В.А. Энтомология / В.А. Симоненкова. – Оренбург: ОГАУ, 2005. – 504 с.

285. Симоненкова, В.А. Видовой состав насекомых в биогеоценозе Бузулукского бора / В.А. Симоненкова // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 18 – 19.

286. Симоненкова, В.А. Особенности создания лесных насаждений / В.А. Симоненкова // Земледелие. – 2004. – № 4. – С. 39 – 40.

287. Симоненкова, В.А. Особенности энтомофауны лесных насаждений в целинных районах Оренбургской области / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2004. – № 4. – С. 69 – 72.

288. Симоненкова, В.А. Лесопатологическое обследование лесов Южного Урала и Восточного Поволжья / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2005. – № 1. – С. 79 – 82.

289. Симоненкова, В.А. Лесопатологическое обследование Кинельского лесхоза / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2006. – № 1. – С. 59 – 61.

290. Симоненкова, В.А. Первичные вредители лиственных пород Самарского лесхоза / В.А. Симоненкова // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2006. – № 13. – С. 183 – 184.

291. Симоненкова, В.А. Лесопатологический мониторинг на территории Самарского лесхоза / Г.В. Панков, В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2007. – № 2. – С. 98 – 99.

292. Симоненкова, В.А. Фитосанитарная оценка состояния насаждений г. Оренбурга / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2007. – № 4. – С. 47 – 48.

293. Симоненкова, В.А. Фитосанитарное обследование насаждений лесопарка Дубки / В.А. Симоненкова, С.А. Матвейчук // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2009. – № 1. – С. 49 – 51.

294. Симоненкова, В.А. Особенности лесозащиты насаждений Оренбургской области / В.А. Симоненкова, С.А. Матвейчук // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2009. – № 2. – С. 69 – 72.

295. Симоненкова, В.А. Фитосанитарная оценка состояния насаждений парка им. Гагарина г. Кумертау / В.А. Симоненкова, В.С. Симоненков // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, 2009. – № 3. – С. 361 – 369.

296. Симоненкова, В.А. Вредители сосны обыкновенной в Оренбургской области / В.А. Симоненкова, В.Р. Сагидуллин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2010. – № 4. – С. 191 – 193.

297. Симоненкова, В.А. Экология и динамика численности листо- и хвоегрызущих вредителей Южного Урала / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2011. – № 1. – С. 196 – 199.

298. Симоненкова, В.А. Анализ возникновения и развития вспышек массового размножения основных листогрызущих вредителей / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2011. – № 2. – С. 242 – 244.

299. Симоненкова, В.А. Многомерный регрессионный анализ связи площади очагов насекомых-вредителей с эколого-климатическими факторами / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2011. – № 3. – С. 292 – 295.

300. Симоненкова, В.А. Обоснование регрессионной модели для оценки площади очагов насекомых-вредителей / В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2011. – № 4. – С. 276 – 280.

301. Симоненкова, В.А. Очаги сосновых пилильщиков в насаждениях Оренбургской области / В.А. Симоненкова, В.Р. Сагидуллин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2012. – № 4. – С. 233 – 236.

302. Симоненкова, В.А. Особенности динамики очагов массового размножения хвоегрызущих вредителей в лесах Южного Предуралья / Е.В. Колтунов, В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2013. – № 1. – С. 213 – 216.

303. Симоненкова, В.А. Особенности динамики очагов массового размножения листогрызущих насекомых-вредителей в лесах Южного Предуралья /

Е.В. Колтунов, В.А. Симоненкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2013. – № 2. – С. 246 – 250.

304. Симоненкова, В.А. Влияние зоогенной дефолиации на прирост сосны обыкновенной в условиях Оренбургской области / В.А. Симоненкова, В.Р. Сагидуллин, А.В. Борников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2013. – № 3. – С. 240 – 242.

305. Симоненкова, В.А. Количественные и качественные характеристики очагов сосновых пилильщиков на территории Оренбургской области в 2013 году / В.А. Симоненкова, В.Р. Сагидуллин, А.В. Демидова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2013. – № 5. – С. 219 – 221.

306. Симоненкова, В.А. Характеристика очага массового размножения непарного шелкопряда в Абдулинском лесничестве и влияние дефолиации дуба на его радиальный прирост / В.А. Симоненкова, В.Р. Сагидуллин, А.В. Демидова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2013. – № 6. – С. 193 – 196.

307. Симоненкова, В.А. Экология первичных вредителей Южного Урала (монография) / В.А. Симоненкова. – Оренбург, 2013. – 196 с.

308. Симоненкова, В.А. Влияние экологических факторов на радиальный прирост дуба черешчатого в очагах массового размножения непарного шелкопряда / А.Ю. Кулагин, В.А. Симоненкова // Аграрная Россия. – 2014. – № 6. – С. 193 – 196.

309. Симоненкова, В.А. Особенности фенологии рыжего соснового пилильщика и звездчатого пилильщика-ткача в условиях Южного Предуралья / В.А. Симоненкова, В.С. Симоненков // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4 (Электронный журнал). URL: <http://www.science-education.ru/118-13990>.

310. Симоненкова, В.А. Влияние климатического и биотического факторов на радиальный прирост сосны обыкновенной в очагах массового размножения сосновых пилильщиков / В.С. Симоненков, В.А. Симоненкова // Современ-

ные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4 (Электронный журнал). URL: <http://www.science-education.ru/118-13987>.

311. Симоненкова, В.А. Экологические особенности основных филлофагов лиственных и хвойных лесообразователей Южного Предуралья / А.Ю. Кулагин, В.А. Симоненкова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16. – № 1. – С. 127 – 133.

312. Скомаркова, М.В. Климатическая обусловленность радиального прироста хвойных и лиственных пород деревьев в подзоне средней тайги Центральной Сибири / М.В. Скомаркова, Е.А. Ваганов, К. Вирт, А.В. Кирдянов // География и природные ресурсы. – 2009. – № 2. – С. 80 – 85.

313. Смирнов, Б.А. Паразиты дубовой листовертки и их значение в подавлении очага / Б.А. Смирнов // Тр. Воронеж. гос. заповедника. – Вып. 9. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1960. – С. 81 – 87.

314. Смоляк, Л.П. Влияние рельефа на изменчивость радиального прироста сосны / Л.П. Смоляк, А.А. Болботунов, В.С. Романов // Дендрохронология и дендроклиматология. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1986. – С. 114 – 122.

315. Соколов, С.Л. Устойчивость березовых лесов Урала к дефолиации насекомыми-фитофагами летне-осенней экологической группы и комплекс мероприятий по снижению отрицательных последствий: автореф. дис... канд. биол. наук / С.Л. Соколов. – Екатеринбург, 2005. – 20 с.

316. Сорокин, А. Д. Эколого-биологические особенности липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill) в подзоне Южной тайги Омской области: автореф. дис... канд. биол. наук / А.Д. Сорокин. – Омск, 2006. – 22 с.

317. Снедекор, Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Дж. У. Снедекор. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.

318. Стороженко, В.Г. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам / В.Г. Стороженко, М.А. Бондарцева, В.А. Соловьев, В.И. Крутов. – М.: Наука, 1992. – 221 с.

319. Стратонович, А.И. Причины усыхания Шипова леса / А.И. Стратонович, Е.П. Заборовский // Тр. и исследования по лесному хозяйству и лесной промышленности, 1931. – Т. 9. – С. 1 – 102.

320. Страхов, В.В. Вопросы прогноза развития вспышек массового размножения хвое- и листогрызущих чешуекрылых: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.В. Страхов. – М., 1976. – 25 с.

321. Суховольский, В.Г. Радиальный прирост хвойных как прогнозный показатель их устойчивости к повреждению филлофагами / В.Г. Суховольский, Н.В. Артемьева // Лесоведение. – 1992. – № 3. – С. 33 – 39.

322. Таранков, В.И. Влияние климатических и антропогенных факторов на состояние и продуктивность сосновых насаждений зеленой зоны г. Воронежа / В.И. Таранков // Сосновые леса России в системе многоцелевого лесопользования. – Воронеж, 1993. – С. 94.

323. Таранков, В.И. Цикличность прироста сосны обыкновенной в Восточноевропейской лесостепи / В.И. Таранков, Л.Б. Лазуренко // Лесоведение. – 1990. – № 2. – С. 12–19.

324. Таранков, В.И. Математическое моделирование радиального прироста сосны обыкновенной / В.И. Таранков, С.М. Матвеев // Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: матер. науч.-техн. конф. – Брянск, 13 – 15 мая 1998. – С. 64–66.

325. Тарануха, М.Л. Влияние пищи и освещения на развитие и плодовитость непарного шелкопряда / М.Л. Тарануха // Массовые размножения животных и их прогнозы: тез. докл. – Ч. 3. – Киев: Изд-во КГУ, 1951. – С. 227 – 230.

326. Тимофеев, А.В. Динамика прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) под влиянием естественных и антропогенных факторов в условиях лесостепного Поволжья: дис. ... канд. геогр. наук / А.В. Тимофеев. – СПб., 2003. – 275 с.

327. Тишин, Д. В. Влияние природно-климатических факторов на радиальный прирост основных видов деревьев Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Д.В. Тишин. – Казань, 2006. – 24 с.

328. Тишин, Д.В. Дендроклиматические исследования ели финской (*Picea x fennica* (Regel) Kom.) на южной границе ареала / Д.В. Тишин // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2008. – Т. 150. – Кн. 4. – С. 219 – 225.
329. Толкач, О.В. Реакция радиального прироста дуба черешчатого на дефолиацию непарным шелкопрядом / О.В. Толкач, В.И. Пономарев, Н.В. Шаталин // Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах. – Новосибирск, 2005. – С. 15 – 18.
330. Толстопятов, С.Л. О причинах усыхания дуба черешчатого в роще «Дубки» Ленинградской области / С.Л. Толстопятов // Лесн. хозяйство. – 1979. – № 7. – С. 37 – 40.
331. Турчинская, И.А. Влияние объедания листьев непарным шелкопрядом на рост дуба / И.А. Турчинская // Зоол. журн. – 1963. – Т. 42. – Вып. 2. – С. 248 – 255.
332. Узенбаев, С.Д. Естественные враги ложногусениц рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer*) в южной Карелии / С.Д. Узенбаев // Зоол. журн. – 1984. – Т. 63. – Вып. 7. – С. 1012 – 1018.
333. Усольцев, В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов / В.А. Усольцев. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1998. – 541 с.
334. Усольцев, В.А. О биологической продуктивности и устойчивости сосны на экотоне «лес – степь» / В.А. Усольцев, А.И. Колтунова // Степи Северной Евразии: материалы VI Международного симпозиума. – Оренбург, 2012. – С. 754 – 762.
335. Уткина, И.А. Прорастание почек и регенеративное побегообразование у дуба после дефолиации насекомыми / И.А. Уткина, В.В. Рубцов // Лесоведение. – 1989. – № 3. – С.46-54.
336. Уткина, И.А., Рубцов В.В. Рефолиация дуба черешчатого после повреждения насекомыми / И.А. Уткина, В.В. Рубцов // Лесоведение. – 1994. – № 3. – С. 23 – 31.
337. Федоряк, В.Е. Звездчатый ткач в Казахстане / В.Е. Федоряк // Защита растений от вредителей и болезней. – 1963. – №10. – С. 20 – 21.

338. Хамидуллина, М.И. Особенности реакции березняков Зауралья на вспышки массового размножения непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) в условиях техногенного загрязнения: дис. ... канд. биол. наук / И.М. Хамидуллина. – Екатеринбург, 2013. – 121 с.
339. Харлашина, А.В. Экология и лесохозяйственное значение обыкновенного соснового пилильщика (*Diprion pini* L.) в сосняках степной зоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.В. Харлашина. – Москва, 1984. – 18 с.
340. Ханисламов, М.Г. Динамика численности непарного шелкопряда в связи с условиями питания и погоды / М.Г. Ханисламов // Первая межвуз. конф. по защите леса: тез. докл. – М.: МЛТИ, 1958. – Т.2. – С. 108 – 110.
341. Ханисламов М.Г. Об условиях развития массовых размножений кольчатого шелкопряда / М.Г. Ханисламов, Р.К. Степанова // Научная конференция по вопросам массовых размножений вредителей леса. – Уфа: Башк. гос. изд-во, 1962. – С. 107 – 111.
342. Ханисламов, М.Г. О ведущих условиях начала вспышек хвое- и листогрызущих вредителей / М.Г. Ханисламов // Вопросы лесозащиты. – Т. 2. – М.: МЛТИ, 1963. – С. 150 – 154.
343. Хашес, Ц.М. К вопросу о первопричинах усыхания дубрав УССР / Ц.М. Хашес, А.А. Юрковский // Повышение продуктивности и защитной роли лесных насаждений. – Харьков, 1976. – С. 70 – 76.
344. Хемминг, Р.В. Цифровые фильтры / Р.В. Хемминг. – М.: Изд-во «Наука», 1987. – 221 с.
345. Хоничев, Н.В. Звездчатый пилильщик-ткач *Acantholyda posticalis* Mats. в Томской области / Н.В. Хоничев // Актуальные проблемы лесного комплекса: сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции: под ред. Е.А. Памфилова. – Выпуск 19. – Брянск: БГИТА, 2007. – 174 с.
346. Царенко, А.А. Экологические аспекты защиты древесных растений от зеленой дубовой листовертки в условиях Саратовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Царенко. – Саратов, 2007. – 24 с.

347. Частухин, В.Я. Усыхание дуба в Воронежской области и причины этого явления / В.Я. Частухин // Тр. Воронеж. гос. заповедника, 1949. – Вып. 3. – С. 70 – 88.
348. Черемисинов, Н.А. Грибы и грибные болезни деревьев и кустарников / Н.А. Черемисинов, С.Ф. Негруцкий., И.И. Лешковцева. – М.: Лесная промышленность, 1970. –390 с.
349. Чибилев, А.А. Природное наследие Оренбургской области / А.А. Чибилев. – Оренбург: Книжное издательство, 1996. – 382 с.
350. Чибилев, А.А. Энциклопедия Оренбуржья. Том 1 / А.А. Чибилев. – Оренбург: Золотая аллея, 2000. – 160 с.
351. Ченикалова, Е.В. Какой корм предпочитает златогузка / Е.В. Ченикалова, Н.А. Глазунова // Защита и карантин растений. – 1997. – № 4. – С. 41.
352. Чижевский, А.Л. Земное эхо солнечных бурь / А.Л. Чижевский. – М.: Мысль, 1976. – 270 с.
353. Шаталин, Н.В. Микропопуляционные различия непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) в начальный период вспышки массового размножения: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.В. Шаталин. – Екатеринбург, 2007. – 20 с.
354. Шершнева, И.В. Изучение очага массового размножения звездчатого пилильщика-ткача (*Lyda nemoralis* Thoms.) в сосняках ГКУ Брянской области «Учебно-опытное лесничество» / И.В. Шершнева, А.А. Либерман, К.В. Кравцова // Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 24. – Брянск: БГИТА, 2012. – С. 265 – 268.
355. Эдельман, Н.М. Влияние режима питания на обмен веществ непарного шелкопряда и зимней пяденицы / Н.М. Эдельман // Тр. ВИЗР. – 1954. – Вып. 6. – С. 75 – 90.
356. Ярошенко, В.П. Об усыхании дубов и некоторых других пород в Апаринском районе / В.П. Ярошенко // Изв. АН АрмССР. – 1951. – Т. 4. – № 49. – С. 869 – 871.

357. ЯХОНТОВ, В.В. ЭКОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ / В.В. ЯХОНТОВ. – М.: ВЫСШАЯ ШКОЛА, 1964. – 459 с.
358. Babst, F. Landsat TM/ETM+ and tree-ring based assessment of spatiotemporal patterns of the autumnal moth (*Epirrita autumnata*) in northernmost Fennoscandia / F. Babst, J. Esper, E. Parlow // Remote Sensing of Environment 114, 2010. – P. 637 – 646.
359. Bogenschutz H. Uber Wirtsfindung bei *Tortrix viridana* (L.) – Parasiten (*Apechthis resinator* Thbg., *Apechthis rufata* Gmel. und *Itoplectis maculator* F.) / H. Bogenschutz // Z. angew. Entomol. – 1964. – № 54. – P. 238 – 244.
360. Gatehouse, J. A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction / J. A. Gatehouse // New Phytologist. – 2002. – Vol. 156. – P. 145 – 169.
361. Haukioja, E. Plant defenses and population fluctuations of forest defoliators: mechanism-based scenarios / E. Haukioja // Ann. Zool. Fennici. – 2005. – V.42. – P. 313 – 325.
362. Koltunov, E.V. The abiotic stress as a factor responsible for gypsy moth outbreaks / E.V. Koltunov, E.M. Andreeva // J. Applied Entomol., 1999. – V. 123. – № 10. – P. 633 – 636.
363. Lyamzev N. Insect Database Descriptions. Land Resources of Russia / N. Lyamzev, A. Isaev // IIASA & RAS, 2002. – <http://www.iiasa.ac.at>.
364. Martemyanov, V.V. The Effects of Defoliation-Induced Delayed Changes in Silver Birch Foliar Chemistry on Gypsy Moth Fitness, Immune Response, and Resistance to Baculovirus Infection / V.V. Martemyanov, I.M. Dubovskiy, M.J. Rantala e. a. // J. Chem Ecol. – 2012. – Vol. 38. – P. 295 – 305.
365. Mattson, W.J. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects / W.J. Mattson, R.A. Haack // Bio-Science. – 1987. – 37. – № 2. – P. 110 – 118.
366. Northern Blue Mountains, Oregon since A.D. 1700. Research Paper PNW-RP-484. Portland, OR: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station // www.ltrr.arizona.edu/~sheppard/ltrrweb/research.htm.
367. Osier, T.L. Long-term effects of defoliation on quaking aspen in relation

to genotype and nutrient availability: plant growth, phytochemistry and insect performance / T.L. Osier, R.L. Lindroth // *Oecologia*. – 2004. – Vol. 139. – P. 55 – 65.

368. Ossipov V. Phenolic and phenolic related factors as determinants of suitability of mountain birch leaves to an herbivorous insect / V. Ossipov, E. Haukioja, S. Ossipova et al // *Biochem. Syst. Ecol.* – 2001. – Vol. 29. – P. 223 – 230.

369. Ryerson D. Tree-ring reconstruction of western spruce budworm outbreaks in the San Juan Mountains of Colorado / D. Ryerson, T.W. Swetnam, A.M. Lynch // *Canadian Journal of Forest Research* 33, 2003. – P. 1010 – 1028.

370. Shields, V.D. The effect of varying alkaloid concentrations on the feeding behavior of gypsy moth larvae, *Lymantria dispar* (L.) (*Lepidoptera: Lymantriidae*) / V.D. Shields, K.P. Smith, N.S. Arnold et al. // *Arthropod-Plant Interactions*. – 2008. – P. 101 – 107.

371. Shults, E.E. Effects of natural and artificial defoliation on the content and composition of extractive substances in birch leaves / E.E. Shults, S.A. Bakhvalov, V.V. Martemyanov et al. // *Appl. Biochem. Microbiol.* – 2005. – Vol. 41. – P. 94 – 98.

372. Schoonhoven, L.M. Chemosensory bases of host plant selection / L.M. Schoonhoven // *Ann. Rev. Entomol.*, 1968. – Vol. 13. – P. 115 – 136.

373. Schoonhoven, L.M. Secondary plant substances and insects / L.M. Schoonhoven // *Rec. Adv. Phytochem.*, 1972. – № 5. – P. 197 – 224.

374. Schwenke, W. Zur Grundlegung der vergleichender Untersuchungsmethode in der Gradologie der Insekten / W. Schwenke // *Beitr. Entomol.*, 1955. – Bd. 5, № 3/4. – S. 237 – 245.

375. Schwerdtfeger, F. Vergleichende Untersuchungen an der Kronenfauna der Eichen in Latenz und Gradationsgebieten des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) / F. Schwerdtfeger // *Ztschr. angew. Entomol.*, 1971. – Bd. 67. – № 3. – S. 296 – 304.

376. Schutte, F. Untersuchungen über die Populationsdynamik des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) / F. Schutte // *Zeitschrift für angew. Entomol.*, 1957. – Band 40. – № 1,3. – S. 1 – 36, 285 – 331.

377. Smith, D.R. A synopsis of the sawflies (*Hymenoptera: Symphyta*) of America south of the United States: Introduction, Xyelidae, Pamphiliidae, Cimbicidae, Diprionidae, Xiphydriidae, Siricidae, Orussidae, Cephidae / D.R. Smith // *Systematic Entomology*, 13. – 1988. – P. 205 – 261.

378. Speer, J.H. Changes in pandora moth outbreak dynamics during the past 622 years / J.H. Speer, T.W. Swetnam, B.E. Wickman, A. Youngblood // *Ecology* 82, 2001. – P. 679 – 697.

379. Stocki, J. Proba wykorzystania feromonow zwojki zieloneczki i gatunkow jej towarzyszczych w monitoringu biologicznym / J. Stocki // *Sylvan*, 1994. – R. 138. – № 11. – S. 101 – 112.

380. Swetnam, T.W. A tree-ring reconstruction of western spruce budworm outbreaks in the Southern Rocky Mountains / T.W. Swetnam, A.M. Lynch // *Forest Science*, 35(4), 1989. – P. 962 – 986.

381. Swetnam, T.W. Multi-century, regional-scale patterns of western spruce budworm history / T.W. Swetnam, A.M. Lynch // *Ecological Monographs* 63(4), 1993. – P. 399 – 424.

382. Swetnam, T.W. Historical patterns of western spruce budworm and Douglas-fir tussock moth outbreaks in the Blue Mountains of northeastern Oregon were analyzed / T.W. Swetnam, B.E. Wickman, H.G. Paul, C.H. Baisan // *USDA NRCS*, 1995.

383. Thalenhorst, W. Koinzidenz als gradologisches problem / W. Thalenhorst // *Ztschr. angew. Entomol.*, 1951. – Bd. 32. – № 1. – S. 1 – 48.

384. Tchernyshev, A.Ya. *Acantholyda posticalis* Mats. In European Russia. / A.Ya. Tchernyshev, G.A. Sery // Conference “Biological methods in integrated plant protection and production”. Abstracts. Poznan, Poland, 15 – 19 May, 2006. – IOR, Poznan, Poland, IOBC/EPRS, Poznan, – 2006. – P. 95.

385. Wallner, W.E. Factors affecting insect population dynamic: differences between outbreak and nonoutbreak species / W.E. Wallner // *Ann.Rev. Entomol.* 1987. – V. 32. – P. 317 – 340.

386. Wagner, M.R. Influence of moisture stress and induced resistance in pon-

derosa pine, *pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws, on the pine sawfly, *Neodiprion autumnalis* Smith / M.R. Wagner // *Forest Ecology and Management*. – 1986. – Vol. 15. – P. 43 – 53.

387. Zhang, Tong-Xin. Electroantennogram responses of *Acantholyda posticalis* Matsumura to volatiles of different trees / Zhang, Tong-Xin Cui Wei-Zheng Sun Xu-Gen Zhang Wei-Guang Liang Zhong-Gui // *Acta entomol. sinica*, 2005. – Vol. 48. – № 4. – P. 514 – 517.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Однофакторный регрессионный анализ зависимости прироста
дуба черешчатого от ряда факторов

№	Фактор	Время проявления фактора на прирост	F-критерий	P-значение	R ²	Значимость констант модели	Вывод
1	ГТК_5	Тот же год	F(3,6)=1,9873	0,217	0,50	нет	
2	ГТК_6	Тот же год	F(3,6)=,71646	0,264	0,58	нет	
3	ГТК_7	Тот же год	F(3,6)=2,1663	0,193	0,52	нет	
4	ГТК_8	Тот же год	F(3,6)=7,7843	0,017	0,80	нет	См. табл.3 б
5	Площадь очагов	Тот же год	F(3,19)=5,598	0,006	0,47	нет	См. табл.3 б
6	Ср_ГТК	Тот же год	F(3,6)=1,7543	0,255	0,20	нет	
7	Ср_температура	Тот же год	F(3,7)=2,7421	0,123	0,34	нет	
8	Ср_выс_снега	Тот же год	F(3,7)=1,8119	0,232	0,44	нет	
9	Солн_активность	Тот же год	F(3,6)=9,4703	0,011	0,83	частично	См. табл.3 б
10	ГТК_5	Следующий год	F(3,6)=0,6035	0,636	0,48	нет	
11	ГТК_6	Следующий год	F(3,6)=0,4389	0,733	0,18	нет	
12	ГТК_7	Следующий год	F(3,6)=1,7707	0,252	0,47	нет	
13	ГТК_8	Следующий год	F(3,6)=10,757	0,008	0,84	частично	См. табл.3 б
14	Площадь очагов_1	Следующий год	F(3,18)=1,521	0,243	0,20	нет	
15	Ср_ГТК	Следующий год	F(3,6)=0,7206	0,575	0,10	нет	
16	Ср_температура	Следующий год	F(3,7)=8,9763	0,009	0,71	нет	См. табл.3 б
17	Ср_выс_снега	Следующий год	F(3,7)=1,0393	0,432	0,31	нет	
18	Солн_активность	Следующий год	F(3,6)=15,228	0,003	0,88	да	См. табл.3 б
19	ГТК_5	Спустя два года	F(3,6)=1,2846	0,362	0,39	нет	
20	ГТК_6	Спустя два года	F(3,6)=0,16	0,919	0,07	нет	
21	ГТК_7	Спустя два	F(3,6)=0,5302	0,678	0,21	нет	

		года					
22	ГТК_8	Спустя два года	F(3,6)=5,5157	0,037	0,73	нет	См. табл.36
23	Площадь очагов_2	Спустя два года	F(3,17)=0,373	0,773	0,06	нет	
24	Ср_ГТК	Спустя два года	F(3,6)=1,3945	0,333	0,11	нет	
25	Ср_температура	Спустя два года	F(3,7)=3,7547	0,068	0,45	нет	
26	Ср_выс_снега	Спустя два года	F(3,7)=1,2996	0,348	0,36	нет	
27	Солн_активность	Спустя два года	F(3,6)=9,8417	0,009	0,83	частично	См. табл.36

Примечание: жирным шрифтом выделены статистически значимые (<0,05) модели. Значения констант см. табл.36.

Однофакторный регрессионный анализ зависимости прироста
сосны обыкновенной от ряда факторов

№	Фактор	Время проявления фактора на прирост	F-критерий	P-значение	R ²	Значимость констант модели	Вывод
1	Площадь очагов	Тот же год	F(3,19)=0,1077	0,95	0,02	нет	
2	Ср_температура	Тот же год	F(3,17)=0,1604	0,23	0,22	нет	
3	Ср_ГТК	Тот же год	F(3,16)=0,31985	0,81	0,06	нет	
4	Ср_выс_снега	Тот же год	F(3,16)=1,8614	0,18	0,26	нет	
5	Солн_активность	Тот же год	F(3,6)=6,856	0,02	0,77	нет	См. табл. 39
6	ГТК_5	Тот же год	F(3,16)=3,6641	0,03	0,41	нет	См. табл. 39
7	ГТК_6	Тот же год	F(3,16)=0,0949	0,96	0,02	нет	
8	ГТК_7	Тот же год	F(3,16)=0,2727	0,84	0,05	нет	
9	ГТК_8	Тот же год	F(3,16)=4,8467	0,01	0,48	да	См. табл. 39
10	Площадь очагов	На след.год	F(3,18)=1,065	0,39	0,15	нет	
11	Ср_температура	На след.год	F(3,17)=1,319	0,30	0,19	нет	
12	Ср_ГТК	На след.год	F(3,16)=0,323	0,81	0,06	нет	
13	Ср_выс_снега	На след.год	F(3,16)=1,836	0,18	0,26	нет	
14	Солн_активность	На след.год	F(3,6)=5,427	0,04	0,73	нет	См. табл. 39
15	ГТК_5	На след.год	F(3,16)=4,555	0,012	0,46	нет	См. табл. 39
16	ГТК_6	На след.год	F(3,16)=0,527	0,67	0,09	нет	
17	ГТК_7	На след.год	F(3,16)=1,501	0,25	0,22	нет	
18	ГТК_8	На след.год	F(3,16)=3,295	0,048	0,38	да	См. табл. 39
19	Площадь очагов	Спустя 2 года	F(3,17)=0,304	0,82	0,05	нет	
20	Ср_температура	Спустя 2 года	F(3,17)=2,048	0,15	0,27	нет	
21	Ср_ГТК	Спустя 2 года	F(3,16)=3,711	0,03	0,41	нет	См. табл. 39
22	Ср_выс_снега	Спустя 2	F(3,16)=2,092	0,14	0,28	нет	

		года					
23	Солн_актив- ность	Спустя 2 года	F(3,6)=35,244	<0,00 1	0,95	частично	См. табл. 39
24	ГТК_5	Спустя 2 года	F(3,16)=3,816	0,03	0,42	нет	См. табл. 39
25	ГТК_6	Спустя 2 года	F(3,16)=5,016	0,012	0,48	частично	См. табл. 39
26	ГТК_7	Спустя 2 года	F(3,16)=3,633	0,04	0,41	да	См. табл. 39
27	ГТК_8	Спустя 2 года	F(3,16)=2,189	0,13	0,29	нет	

- Примечание: жирным шрифтом выделены статистически значимые (<0.05) модели. Значения констант см. табл. 39.

Группировка данных для статистического анализа

Год наблюдения	С очагов н.ш. по О.о., (га)	С очагов зг. по О.о. (га)	С очагов д.з.л. по О.о. (га)	С очагов р.с.л. по О.о. (га)	С очагов д.з.-л. по О.о. (га)*
1989					
1990					
1991	7567	1439	1010	386	184
1992	6413	1229	0	810	400
1993	6889	485	3240	1026	250
1994	13205	485	3240	375	931
1995	9845	90	0	333	931
1996	34642	120	0	230	750
1997	24192	80	0	344	831
1998	7619	30	0	1387	1061
1999	2593	105	30	1016	1930
2000	1250	105	45	864	1528
2001	866	115	10	912	1594
2002	7065	140	65	622	2139
2003	39727	182	70	105	1952
2004	31682	185	107	497	1326
2005	13074	133	0	628	1172
2006	994	0	250	1121	358
2007	2284	0	150	876	295
2008	0	12	0	359	398
2009	0	0	0	343	82
2010	0	0	700	1096	374

Год наблюдения	Среднегодовая t воздуха, °C	Норма средней годовой t воздуха, °C	Откл. от нормы среднегод. t воздуха, °C	Сумма пологит. t воздуха, °C	Норма суммы пологит. t воздуха, °C	Откл. от нормы суммы пологит. t воздуха, °C
1989						
1990	5,0	4,1	0,9	2888	2972	-84
1991	6,7	4,1	2,6	3353	2972	381
1992	3,8	4,1	-0,3	2701	2972	-271
1993	2,7	4,1	-1,4	2715	2972	-257
1994	2,9	4,1	-1,2	2841	2972	-131
1995	6,3	4,1	2,2	3540	2972	568
1996	2,9	4,1	-1,2	3006	2972	34
1997	4,4	4,1	0,3	3075	2972	103
1998	4,5	4,1	0,4	3213	2972	241
1999	4,9	4,1	0,8	3026	2972	54
2000	5,2	4,1	1,1	2923	2972	-49
2001	5,0	4,1	0,9	2959	2972	-13
2002	4,9	4,1	0,8	2812	2972	-160
2003	4,3	4,1	0,2	2896	2972	-76
2004	5,5	4,1	1,4	3141	2972	169
2005	4,8	4,1	0,7	3185	2972	213
2006	4,9	4,1	0,8	3188	2972	216
2007	4,8	4,1	0,7	3150	2972	178
2008	5,7	4,1	1,6	3245	2972	273
2009	4,9	4,1	0,8	3100	2972	128
2010						

Год наблюдения	Ср. t воздуха января, °С	Норма ср. t воздуха января, °С	Откл. от нормы ср. t воздуха января, °С	Ср. t воздуха июля, °С	Норма ср. t воздуха июля, °С	Откл. от нормы ср. t воздуха июля, °С
1989						
1990	-13,5	-13,6	0,1	24,8	21,2	3,6
1991	-11,3	-13,6	2,3	21,4	21,2	0,2
1992	-9,5	-13,6	4,1	18,4	21,2	-2,8
1993	-8,7	-13,6	4,9	20,5	21,2	-0,7
1994	-11,9	-13,6	1,7	16,9	21,2	-4,3
1995	-14,5	-13,6	-0,9	22,6	21,2	1,4
1996	-19,2	-13,6	-5,6	22,8	21,2	1,6
1997	-15,8	-13,6	-2,2	19,4	21,2	-1,8
1998	-13,8	-13,6	-0,2	23,9	21,2	2,7
1999	-9,4	-13,6	4,2	21,6	21,2	0,4
2000	-8,8	-13,6	4,8	21,6	21,2	0,4
2001	-8,6	-13,6	5,0	21,2	21,2	0,0
2002	-7,4	-13,6	6,2	22,2	21,2	1,0
2003	-11,8	-13,6	1,8	20,3	21,2	-0,9
2004	-11,0	-13,6	2,6	21,1	21,2	-0,1
2005	-11,5	-13,6	2,1	21,1	21,2	-0,1
2006	-19,5	-13,6	-5,9	19,0	21,2	-2,2
2007	-4,3	-13,6	9,3	20,9	21,2	-0,3
2008	-16,6	-13,6	-3,0	22,6	21,2	1,4
2009	-13,5	-13,6	0,1	21,1	21,2	-0,1
2010						

Год наблюдения	ГТК	Норма ГТК	Откл. от нормы ГТК	Высота снежн. покрова, (см)	Норма высоты снежн. покрова, (см)	Откл. от нормы высоты снежн. покрова, (см)	Солнечная активность (W, Вольф)	Относительная влажность воздуха f за вегетацию, %
1989							152	
1990	1,06	0,69	-0,37	21	20	1	142	65
1991	0,47	0,69	0,22	16	20	-4	146	55
1992	0,73	0,69	-0,04	27	20	7	92	63
1993	1,04	0,69	-0,35	23	20	3	69	64
1994	0,91	0,69	-0,22	28	20	8	44	68
1995	0,34	0,69	0,35	22	20	2	15	54
1996	0,46	0,69	0,23	26	20	6	11	55
1997	0,83	0,69	-0,14	29	20	9	7	62
1998	0,27	0,69	0,42	28	20	8	43	50
1999	0,62	0,69	0,07	24	20	4	88	58
2000	0,93	0,69	-0,24	27	20	7	118	66
2001	0,62	0,69	0,07	29	20	9	111	60
2002	0,63	0,69	0,06	23	20	3	110	61
2003	1,03	0,69	-0,34	27	20	7	93	68
2004	0,69	0,69	0,00	16	20	-4	53	60
2005	0,60	0,69	0,09	27	20	7	26	61
2006	0,44	0,69	0,25	21	20	1	18	58
2007	0,65	0,69	0,04	21	20	1	16	61
2008	0,80	0,69	-0,11	23	20	3	15	-
2009	0,48	0,69	0,21	15	20	-5	53	-
2010								

* – н.ш. – непарный шелкопряд; зг. – златогузка; д.з.л. – дубовая зелёная листовёртка; р.с.п. – рыжий сосновый пилильщик; з.п.-т. – звёздчатый пилильщик-ткач.

Статистические показатели, рассчитанные для каждого типа уравнений
регрессии в зависимости от вида филофагов
(вертикальная группировка данных)

1. Простая регрессия: прямолинейная зависимость типа $Y=a+bX$

<i>Непарный шелкопряд</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,28	0,081	2,04	1,22
Сумма положит. темпер., °С	-0,089	0,008	0,63	0,37
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,18	0,034	0,48	0,77
Солн. активн. (W), Вольф	-0,17	0,03	2,81	0,73
Высота снежного покрова, см	0,15	0,022	0,08	0,61
ГТК	0,21	0,046	0,35	0,9
Ср. темпер. января, °С	-0,27	0,075	0,09	1,17
Ср. темпер. июля, °С	-0,05	0,003	0,51	0,22
<i>Златогузка</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	0,01	0,0022	0,53	0,062
Сумма положит. темпер., °С	-0,19	0,035	0,97	0,78
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,09	0,0084	0,17	0,38
Солн. активн. (W), Вольф	0,54	0,29	0,29	2,64
Высота снежного покрова, см	-0,14	0,02	1,07	0,59
ГТК	0,09	0,0085	0,49	0,38
Ср. темпер. января, °С	0,21	0,042	1,68	0,86
Ср. темпер. июля, °С	-0,35	0,12	1,74	1,52
<i>Дубовая зелёная листовёртка</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,52	0,27	2,89	2,49
Сумма положит. темпер., °С	-0,38	0,14	1,8	1,67
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,4	0,16	1,62	1,77
Солн. активн. (W), Вольф	0,08	0,006	0,78	0,32
Высота снежного покрова, см	0,02	0,004	0,24	0,08
ГТК	0,45	0,2	1,35	2,08
Ср. темпер. января, °С	0,16	0,024	1,18	0,65
Ср. темпер. июля, °С	-0,48	0,23	2,43	2,28
<i>Рыжий сосновый пилильщик</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,09	0,0086	2,04	0,38
Сумма положит. темпер., °С	-0,14	0,021	1,14	0,6
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,21	0,042	1,47	0,87
Солн. активн. (W), Вольф	0,12	0,014	4,09	0,49
Высота снежного покрова, см	0,17	0,029	0,71	0,71
ГТК	-0,2	0,04	3,25	0,84
Ср. темпер. января, °С	0,29	0,082	3,65	1,23
Ср. темпер. июля, °С	0,1	0,0097	0,19	0,41

<i>Звездчатый пилильщик-ткач</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	0,05	0,0029	1,12	0,22
Сумма положит. темпер., °С	-0,24	0,059	1,47	1,03
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,25	0,063	0,57	1,07
Солн. активн. (W), Вольф	0,37	0,14	2,53	1,64
Высота снежного покрова, см	0,41	0,17	0,59	1,84
ГТК	0,18	0,031	1,27	0,74
Ср. темпер. января, °С	0,29	0,085	3,19	1,25
Ср. темпер. июля, °С	0,2	0,038	0,33	0,82

2. Простая регрессия: кривая зависимость типа $\ln Y = a - bX$

<i>Непарный шелкопряд</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,25	0,060	7,65	0,98
Сумма положит. темпер., °С	0,02	0,003	2,0	0,06
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,05	0,003	2,1	0,2
Солн. активн. (W), Вольф	-0,28	0,08	18,11	1,14
Высота снежного покрова, см	-0,008	0,0006	4,73	0,03
ГТК	0,14	0,02	8,79	0,55
Ср. темпер. января, °С	-0,31	0,097	8,51	1,27
Ср. темпер. июля, °С	0,009	0,0009	2,27	0,04
<i>Златогузка</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,21	0,045	4,61	0,81
Сумма положит. темпер., °С	-0,38	0,15	2,82	1,55
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,3	0,09	0,17	1,18
Солн. активн. (W), Вольф	0,52	0,29	8,37	2,27
Высота снежного покрова, см	-0,25	0,064	3,56	0,97
ГТК	0,2	0,039	4,32	0,76
Ср. темпер. января, °С	0,45	0,20	6,5	1,89
Ср. темпер. июля, °С	-0,61	0,38	4,5	2,9
<i>Дубовая зеленая листовертка</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,46	0,21	3,62	1,54
Сумма положит. темпер., °С	-0,07	0,047	0,72	0,21
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,17	0,028	0,06	0,51
Солн. активн. (W), Вольф	-0,27	0,074	4,81	0,85
Высота снежного покрова, см	-0,27	0,072	2,42	0,84
ГТК	0,24	0,058	1,64	0,74
Ср. темпер. января, °С	-0,22	0,048	2,28	0,67
Ср. темпер. июля, °С	-0,59	0,35	2,94	2,22
<i>Рыжий сосновый пилильщик</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,009	0,0008	8,84	0,04
Сумма положит. темпер., °С	-0,11	0,013	3,29	0,46
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,2	0,039	4,04	0,83
Солн. активн. (W), Вольф	0,11	0,013	23,42	0,47
Высота снежного покрова, см	0,07	0,005	7,06	0,28

ГТК	-0,21	0,045	13,91	0,90
Ср. темпер. января, °С	0,35	0,12	14,89	1,54
Ср. темпер. июля, °С	0,05	0,003	2,95	0,21
<i>Звездчатый пилильщик-ткач</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,02	0,006	6,66	0,10
Сумма положит. темпер., °С	-0,17	0,03	2,84	0,72
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,24	0,06	1,39	1,03
Солн. активн. (W), Вольф	0,16	0,025	17,29	0,65
Высота снежного покрова, см	0,58	0,34	3,79	2,97
ГТК	0,16	0,027	8,98	0,68
Ср. темпер. января, °С	0,15	0,024	10,09	0,64
Ср. темпер. июля, °С	0,15	0,022	1,76	0,62

3. Простая регрессия: кривая зависимость типа $Y=a+b\ln X$

<i>Непарный шелкопряд</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,29	0,084	1,85	1,25
Сумма положит. темпер., °С	-0,08	0,007	0,37	0,34
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,17	0,03	0,65	0,72
Солн. активн. (W), Вольф	-0,2	0,04	1,73	0,84
Высота снежного покрова, см	0,13	0,016	0,28	0,53
ГТК	0,18	0,033	2,92	0,77
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	-0,05	0,003	0,22	0,32
<i>Златогузка</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,06	0,003	0,66	0,23
Сумма положит. темпер., °С	-0,21	0,043	0,90	0,87
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,09	0,0082	0,32	0,37
Солн. активн. (W), Вольф	0,46	0,22	1,37	2,16
Высота снежного покрова, см	-0,16	0,025	0,83	0,66
ГТК	0,11	0,017	2,0	0,45
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	-0,35	0,12	1,59	1,52
<i>Дубовая зеленая листовертка</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,6	0,36	3,41	3,09
Сумма положит. темпер., °С	-0,39	0,15	1,76	1,74
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,38	0,15	1,67	1,70
Солн. активн. (W), Вольф	0,17	0,028	0,25	0,70
Высота снежного покрова, см	0,03	0,006	0,01	0,1
ГТК	0,39	0,15	2,56	1,73
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	-0,50	0,25	2,43	2,37
<i>Рыжий сосновый пилильщик</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,05	0,0023	1,42	0,20
Сумма положит. темпер., °С	-0,14	0,02	0,66	0,59

Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,21	0,044	1,03	0,88
Солн. активн. (W), Вольф	0,22	0,048	0,97	0,92
Высота снежного покрова, см	0,19	0,036	0,30	0,80
ГТК	-0,24	0,055	3,98	1,0
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	0,09	0,009	0,19	0,39
<i>Звездчатый пилильщик-ткач</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	0,11	0,0012	0,53	0,46
Сумма положит. темпер., °С	-0,23	0,055	1,05	0,99
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,24	0,0059	0,91	1,03
Солн. активн. (W), Вольф	0,38	0,14	0,06	1,69
Высота снежного покрова, см	0,41	0,17	1,41	1,84
ГТК	0,17	0,003	4,37	0,73
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	0,20	0,038	0,65	0,82

4. Простая регрессия: кривая типа параболы $Y^2=a+b2*X$

<i>Непарный шелкопряд</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)*
Ср. годов. темпер., °С	-0,25	0,06	1,58	1,07
Сумма положит. темпер., °С	-0,11	0,012	0,62	0,46
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,21	0,042	0,67	0,86
Солн. активн. (W), Вольф	-0,13	0,016	1,83	0,52
Высота снежного покрова, см	0,11	0,011	0,009	0,43
ГТК	0,24	0,06	0,22	1,04
Ср. темпер. января, °С	-0,28	0,079	0,38	1,20
Ср. темпер. июля, °С	-0,007	0,0004	0,21	0,03
<i>Златогузка</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	0,18	0,033	0,37	0,76
Сумма положит. темпер., °С	-0,03	0,0007	0,22	0,11
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,06	0,003	0,36	0,24
Солн. активн. (W), Вольф	0,52	0,27	0,93	2,52
Высота снежного покрова, см	-0,23	0,05	1,27	0,98
ГТК	-0,06	0,003	0,75	0,24
Ср. темпер. января, °С	0,15	0,02	1,10	0,61
Ср. темпер. июля, °С	-0,24	0,057	1,14	1,01
<i>Дубовая зеленая листовертка</i>				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,60	0,36	3,39	3,06
Сумма положит. темпер., °С	-0,43	0,19	2,08	1,97
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,43	0,18	1,82	1,96
Солн. активн. (W), Вольф	0,01	0,0001	0,83	0,04
Высота снежного покрова, см	0,10	0,011	0,16	0,44
ГТК	0,49	0,24	1,64	2,29
Ср. темпер. января, °С	0,15	0,022	1,06	0,62
Ср. темпер. июля, °С	-0,48	0,23	2,38	2,26

<i>Рыжий сосновый пилильщик</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,13	0,016	1,47	0,53
Сумма положит. темпер., °С	-0,10	0,009	0,70	0,40
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,28	0,08	1,54	1,20
Солн. активн. (W), Вольф	0,07	0,005	2,31	0,28
Высота снежного покрова, см	0,21	0,04	0,06	0,88
ГТК	-0,25	0,06	2,40	1,04
Ср. темпер. января, °С	0,16	0,03	2,01	0,68
Ср. темпер. июля, °С	0,16	0,03	0,33	0,68
<i>Звездчатый пилильщик-ткач</i>				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	0,08	0,007	0,50	0,34
Сумма положит. темпер., °С	-0,30	0,09	1,58	1,31
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,26	0,07	0,81	1,13
Солн. активн. (W), Вольф	0,48	0,23	0,70	2,25
Высота снежного покрова, см	0,28	0,08	0,46	1,19
ГТК	0,20	0,04	0,43	0,84
Ср. темпер. января, °С	0,37	0,13	2,82	1,62
Ср. темпер. июля, °С	0,19	0,04	0,50	0,81

* – r - коэффициент корреляции, R² - коэффициент детерминации, t(a) и t(X) - критерии Стьюдента для общего начала воздействия и климатического фактора, соответственно.

Статистические показатели, рассчитанные для каждого из филлофагов
в зависимости от типа уравнения регрессии
(горизонтальная группировка данных)

1. Непарный шелкопряд

$Y=a+bX$				
Независимая переменная (X)	r	R ²	t(a)	t(X)*
Ср. годов. темпер., °С	-0,28	0,081	2,04	1,22
Сумма положит. темпер., °С	-0,089	0,008	0,63	0,37
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,18	0,034	0,48	0,77
Солн. активн. (W), Вольф	-0,17	0,03	2,81	0,73
Высота снежного покрова, см	0,15	0,022	0,08	0,61
ГТК	0,21	0,046	0,35	0,9
Ср. темпер. января, °С	-0,27	0,075	0,09	1,17
Ср. темпер. июля, °С	-0,05	0,003	0,51	0,22
$\ln Y=a-bX$				
Независимая переменная (X)	r	R ²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,25	0,060	7,65	0,98
Сумма положит. темпер., °С	0,02	0,003	2,0	0,06
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,05	0,003	2,1	0,2
Солн. активн. (W), Вольф	-0,28	0,08	18,11	1,14
Высота снежного покрова, см	-0,008	0,0006	4,73	0,03
ГТК	0,14	0,02	8,79	0,55
Ср. темпер. января, °С	-0,31	0,097	8,51	1,27
Ср. темпер. июля, °С	0,009	0,0009	2,27	0,04
$Y=a+b\ln X$				
Независимая переменная (X)	r	R ²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,29	0,084	1,85	1,25
Сумма положит. темпер., °С	-0,08	0,007	0,37	0,34
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,17	0,03	0,65	0,72
Солн. активн. (W), Вольф	-0,2	0,04	1,73	0,84
Высота снежного покрова, см	0,13	0,016	0,28	0,53
ГТК	0,18	0,033	2,92	0,77
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	-0,05	0,003	0,22	0,32
$Y^2=a+b2*X$				
Независимая переменная (X)	r	R ²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,25	0,06	1,58	1,07
Сумма положит. темпер., °С	-0,11	0,012	0,62	0,46
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,21	0,042	0,67	0,86
Солн. активн. (W), Вольф	-0,13	0,016	1,83	0,52
Высота снежного покрова, см	0,11	0,011	0,009	0,43
ГТК	0,24	0,06	0,22	1,04
Ср. темпер. января, °С	-0,28	0,079	0,38	1,20
Ср. темпер. июля, °С	-0,007	0,0004	0,21	0,03

2. Златогузка

$Y=a+bX$				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	0,01	0,0022	0,53	0,062
Сумма положит. темпер., °С	-0,19	0,035	0,97	0,78
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,09	0,0084	0,17	0,38
Солн. активн. (W), Вольф	0,54	0,29	0,29	2,64
Высота снежного покрова, см	-0,14	0,02	1,07	0,59
ГТК	0,09	0,0085	0,49	0,38
Ср. темпер. января, °С	0,21	0,042	1,68	0,86
Ср. темпер. июля, °С	-0,35	0,12	1,74	1,52
$\ln Y=a-bX$				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,21	0,045	4,61	0,81
Сумма положит. темпер., °С	-0,38	0,15	2,82	1,55
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,3	0,09	0,17	1,18
Солн. активн. (W), Вольф	0,52	0,29	8,37	2,27
Высота снежного покрова, см	-0,25	0,064	3,56	0,97
ГТК	0,2	0,039	4,32	0,76
Ср. темпер. января, °С	0,45	0,20	6,5	1,89
Ср. темпер. июля, °С	-0,61	0,38	4,5	2,9
$Y=a+b\ln X$				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,06	0,003	0,66	0,23
Сумма положит. темпер., °С	-0,21	0,043	0,90	0,87
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,09	0,0082	0,32	0,37
Солн. активн. (W), Вольф	0,46	0,22	1,37	2,16
Высота снежного покрова, см	-0,16	0,025	0,83	0,66
ГТК	0,11	0,017	2,0	0,45
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	-0,35	0,12	1,59	1,52
$Y^2=a+b2*X$				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	0,18	0,033	0,37	0,76
Сумма положит. темпер., °С	-0,03	0,0007	0,22	0,11
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,06	0,003	0,36	0,24
Солн. активн. (W), Вольф	0,52	0,27	0,93	2,52
Высота снежного покрова, см	-0,23	0,05	1,27	0,98
ГТК	-0,06	0,003	0,75	0,24
Ср. темпер. января, °С	0,15	0,02	1,10	0,61
Ср. темпер. июля, °С	-0,24	0,057	1,14	1,01

3. Дубовая зелёная листовёртка

$Y=a+bX$				
<i>Независимая переменная (X)</i>	<i>r</i>	<i>R²</i>	<i>t(a)</i>	<i>t(X)</i>
Ср. годов. темпер., °С	-0,52	0,27	2,89	2,49
Сумма положит. темпер., °С	-0,38	0,14	1,8	1,67
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,4	0,16	1,62	1,77

Солн. активн. (W), Вольф	0,08	0,006	0,78	0,32
Высота снежного покрова, см	0,02	0,004	0,24	0,08
ГТК	0,45	0,2	1,35	2,08
Ср. темпер. января, °С	0,16	0,024	1,18	0,65
Ср. темпер. июля, °С	-0,48	0,23	2,43	2,28
$\ln Y = a - bX$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,46	0,21	3,62	1,54
Сумма положит. темпер., °С	-0,07	0,047	0,72	0,21
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,17	0,028	0,06	0,51
Солн. активн. (W), Вольф	-0,27	0,074	4,81	0,85
Высота снежного покрова, см	-0,27	0,072	2,42	0,84
ГТК	0,24	0,058	1,64	0,74
Ср. темпер. января, °С	-0,22	0,048	2,28	0,67
Ср. темпер. июля, °С	-0,59	0,35	2,94	2,22
$Y = a + b \ln X$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,6	0,36	3,41	3,09
Сумма положит. темпер., °С	-0,39	0,15	1,76	1,74
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,38	0,15	1,67	1,70
Солн. активн. (W), Вольф	0,17	0,028	0,25	0,70
Высота снежного покрова, см	0,03	0,006	0,01	0,1
ГТК	0,39	0,15	2,56	1,73
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	-0,50	0,25	2,43	2,37
$Y^2 = a + b2 * X$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,60	0,36	3,39	3,06
Сумма положит. темпер., °С	-0,43	0,19	2,08	1,97
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,43	0,18	1,82	1,96
Солн. активн. (W), Вольф	0,01	0,0001	0,83	0,04
Высота снежного покрова, см	0,10	0,011	0,16	0,44
ГТК	0,49	0,24	1,64	2,29
Ср. темпер. января, °С	0,15	0,022	1,06	0,62
Ср. темпер. июля, °С	-0,48	0,23	2,38	2,26

4. Рыжий сосновый пилильщик

$Y = a + bX$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,09	0,0086	2,04	0,38
Сумма положит. темпер., °С	-0,14	0,021	1,14	0,6
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,21	0,042	1,47	0,87
Солн. активн. (W), Вольф	0,12	0,014	4,09	0,49
Высота снежного покрова, см	0,17	0,029	0,71	0,71
ГТК	-0,2	0,04	3,25	0,84
Ср. темпер. января, °С	0,29	0,082	3,65	1,23
Ср. темпер. июля, °С	0,1	0,0097	0,19	0,41
$\ln Y = a - bX$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)

Ср. годов. темпер., °С	-0,009	0,0008	8,84	0,04
Сумма положит. темпер., °С	-0,11	0,013	3,29	0,46
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,2	0,039	4,04	0,83
Солн. активн. (W), Вольф	0,11	0,013	23,42	0,47
Высота снежного покрова, см	0,07	0,005	7,06	0,28
ГТК	-0,21	0,045	13,91	0,90
Ср. темпер. января, °С	0,35	0,12	14,89	1,54
Ср. темпер. июля, °С	0,05	0,003	2,95	0,21
$Y=a+b\ln X$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,05	0,0023	1,42	0,20
Сумма положит. темпер., °С	-0,14	0,02	0,66	0,59
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,21	0,044	1,03	0,88
Солн. активн. (W), Вольф	0,22	0,048	0,97	0,92
Высота снежного покрова, см	0,19	0,036	0,30	0,80
ГТК	-0,24	0,055	3,98	1,0
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	0,09	0,009	0,19	0,39
$Y^2=a+b2*X$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,13	0,016	1,47	0,53
Сумма положит. темпер., °С	-0,10	0,009	0,70	0,40
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	-0,28	0,08	1,54	1,20
Солн. активн. (W), Вольф	0,07	0,005	2,31	0,28
Высота снежного покрова, см	0,21	0,04	0,06	0,88
ГТК	-0,25	0,06	2,40	1,04
Ср. темпер. января, °С	0,16	0,03	2,01	0,68
Ср. темпер. июля, °С	0,16	0,03	0,33	0,68

5. Звёздчатый пилильщик-ткач

$Y=a+bX$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	0,05	0,0029	1,12	0,22
Сумма положит. темпер., °С	-0,24	0,059	1,47	1,03
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,25	0,063	0,57	1,07
Солн. активн. (W), Вольф	0,37	0,14	2,53	1,64
Высота снежного покрова, см	0,41	0,17	0,59	1,84
ГТК	0,18	0,031	1,27	0,74
Ср. темпер. января, °С	0,29	0,085	3,19	1,25
Ср. темпер. июля, °С	0,2	0,038	0,33	0,82
$\ln Y=a-bX$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	-0,02	0,006	6,66	0,10
Сумма положит. темпер., °С	-0,17	0,03	2,84	0,72
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,24	0,06	1,39	1,03
Солн. активн. (W), Вольф	0,16	0,025	17,29	0,65
Высота снежного покрова, см	0,58	0,34	3,79	2,97
ГТК	0,16	0,027	8,98	0,68
Ср. темпер. января, °С	0,15	0,024	10,09	0,64

Ср. темпер. июля, °С	0,15	0,022	1,76	0,62
$Y=a+b\ln X$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	0,11	0,0012	0,53	0,46
Сумма положит. темпер., °С	-0,23	0,055	1,05	0,99
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,24	0,0059	0,91	1,03
Солн. активн. (W), Вольф	0,38	0,14	0,06	1,69
Высота снежного покрова, см	0,41	0,17	1,41	1,84
ГТК	0,17	0,003	4,37	0,73
Ср. темпер. января, °С	-	-	-	-
Ср. темпер. июля, °С	0,20	0,038	0,65	0,82
$Y^2=a+b2*X$				
Независимая переменная (X)	r	R²	t(a)	t(X)
Ср. годов. темпер., °С	0,08	0,007	0,50	0,34
Сумма положит. темпер., °С	-0,30	0,09	1,58	1,31
Влажн. возд. за вегет. период (f), %	0,26	0,07	0,81	1,13
Солн. активн. (W), Вольф	0,48	0,23	0,70	2,25
Высота снежного покрова, см	0,28	0,08	0,46	1,19
ГТК	0,20	0,04	0,43	0,84
Ср. темпер. января, °С	0,37	0,13	2,82	1,62
Ср. темпер. июля, °С	0,19	0,04	0,50	0,81

* – r - коэффициент корреляции, R² - коэффициент детерминации, t(a) и t(X) - критерии Стьюдента для общего начала воздействия и климатического фактора, соответственно.

Доля влияния каждого фактора на площадь очагов массового
размножения листо- и хвоегрызущих филлофагов

Непарный шелкопряд: $\ln(Nsh) = a_0 + a_1MtJan + a_2\lnSnow + a_3\ln f(8)$

Зависимая переменная	R ²	t _{Const}	t _{MtJan}	t _{Snow}	t _f
ln(Nsh)	0,676	1,20	4,95	2,43	2,48

Златогузка: $\ln(Zg) = a_0 + a_1\ln MtJul + a_2\ln San + a_3\ln Snow (10)$

Зависимая переменная	R ²	t _{Const}	t _{MtJul}	t _{San}	t _{Snow}
ln(Zg)	0,769	5,02	4,67	3,06	2,47

Дубовая зелёная листовёртка: $\ln(Dzl) = a_0 + a_1\ln Mt + a_2\ln MtJul + a_3\ln Snow (13)$

Зависимая переменная	R ²	t _{Const}	t _{Mt}	t _{MtJul}	t _{Snow}
ln(Dzl)	0,941	5,32	6,33	2,28	3,97

Рыжий сосновый пилильщик: $\ln(Rsp) = a_0 + a_1MtJan + a_2\ln GTK + a_3\ln Snow (15)$

Зависимая переменная	R ²	t _{Const}	t _{MtJan}	t _{GTK}	t _{Snow}
ln(Rsp)	0,705	3,34	4,91	2,18	2,73

Звёздчатый пилильщик-ткач: $\ln(Zpt) = a_0 + a_1\ln Snow + a_2\ln Mt + a_3\ln San (17)$

Зависимая переменная	R ²	t _{Const}	t _{Snow}	t _{Mt}
ln(Zpt)	0,761	3,75	6,67	2,45

Динамика площади очагов массового размножения непарного шелкопряда по лесничествам Оренбургской области, га

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Абдулинский	1500	1000	1000	1400	2000	1580	5000	2500	300	200	0	0	0	50	50	50	0	0	0	0	0	1839	6250
Акбулакский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	150
Адамовский	0	89	150	150	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
Асекеевский	0	0	0	0	3500	2000	1500	500	0	0	0	0	0	42	78	78	0	0	0	0	0	1489	3700
Беляевский	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1060	0	0	0	0	0	0	0	1350
Бугурусланский	700	2450	1500	700	2800	2000	5500	2000	1000	300	300	100	0	25	108	108	0	0	0	0	0	0	6700
Бузулукский	0	0	430	250	710	510	8430	1662	0	0	0	0	0	145	247	247	0	0	0	0	0	0	8830
Илекский	700	200	150	500	300	230	460	1950	650	700	330	80	605	269	355	1940	0	0	0	0	0	0	2458
Кваркенский	0	0	500	638	200	140	38	0	38	0	0	0	0	13	200	800	0	0	0	0	0	0	350
Краснохолмский	1800	200	100	100	200	120	2300	5150	2241	741	40	50	60	96	1536	1764	80	0	0	0	0	0	3600
Кувандыкский	140	184	233	193	158	53	0	0	0	0	0	266	5100	6342	907	231	73	0	0	0	0	0	420
Новосергиевский	580	230	230	130	230	150	57	1844	323	200	150	0	0	30	152	604	716	0	0	0	0	0	545
Новотроицкий	250	200	100	700	300	200	200	100	100	100	100	50	1150	9671	812	155	68	0	0	0	0	0	535
Оренбургский	250	100	50	250	50	0	0	1500	400	0	50	50	0	9500	11397	0	0	0	0	0	0	0	9025
Орский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	812	22	0	6	0	0	0	0	0	210
Первомайский	680	320	320	270	345	395	260	275	112	87	0	0	0	0	66	66	0	0	0	0	0	0	795
Пономаревский	500	494	300	350	287	517	4667	1067	247	65	180	90	50	10	0	50	0	0	0	0	0	636	4887
Сакмарский	0	0	0	0	0	0	0	357	50	0	0	80	0	250	462	0	0	0	0	0	0	0	3795
Саракташский	0	0	0	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2500	3019	293	0	0	0	0	0	0	2856
Северный	1600	1000	500	500	1000	1100	3900	500	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4215
Соль-Илецкий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	300	0	0	0	0	0	0	197
Сорочинский	1190	580	400	300	735	600	1330	631	600	0	0	0	0	59	744	1018	0	0	0	0	0	0	1700
Ташлинский	630	320	320	250	250	250	250	600	250	100	100	100	100	100	300	4433	51	2284	0	0	0	0	3782
Тюльганский	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	9750	9764	892	0	0	0	0	0	0	7236
Черноярский	500	200	130	100	0	0	50	2000	408	0	0	0	0	13	350	0	0	0	0	0	0	0	762
Шарлыкский	0	0	0	0	0	0	700	1556	500	100	0	0	0	50	48	0	0	0	0	0	0	121	894
итого	11029	7567	6413	6889	13205	9845	34642	24192	7619	2593	1250	866	7065	39727	31682	13074	994	2284	0	0	0	4086	75422

Приложение 8

Динамика площади очагов массового размножения златогузки по лесничествам Оренбургской области, га

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Бугурусланский	150	700	300	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Бузулукский	0	0	310	60	60	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Илекский	150	150	100	100	100	0	50	80	30	90	90	90	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
Краснохолмский	600	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	25	40	52	52	0	0	0	0	0	0	0	0
Новосергиевский	170	130	110	40	40	20	0	0	0	0	0	0	0	0	33	33	0	0	12	0	0	0	0
Первомайский	144	144	144	40	40	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сорочинский	300	150	150	60	60	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ташлинский	225	115	115	35	35	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Чернореченский	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
итого	1789	1439	1229	485	485	90	120	80	30	105	105	115	140	182	185	133	0	0	12	0	0	0	0

Приложение 9

Динамика площади очагов массового размножения звёздчатого пилильщика-ткача по лесничествам

Оренбургской области, га

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Абдулинский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Акбулакский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	35	25	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	255
Адамовский	61	84	0	0	0	0	39	100	300	180	180	380	375	184	41	169	169	169	379	60	355	411	0
Бузулукский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кваркенский	100	100	150	150	911	911	711	731	761	1700	1200	700	900	1120	335	0	0	0	0	0	0	0	277
Краснохолмский	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Первомайский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	368	723	478	750	803	120	107	0	0	0	0	0	297
Соль-Илецкий	0	0	250	100	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293	322
Сорочинский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	45	121	121	150	150	150	19	19	19	19	19	19	115
Ташлинский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	0	3	0	0	0	0
итого	293	184	400	250	931	931	750	831	1061	1930	1528	1594	2139	1952	1326	1172	358	295	398	82	374	723	1266

Динамика площади очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика по лесничествам
Оренбургской области, га

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Абдулинский	50	20	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Акбулакский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	106	106	106	20	0	198	156	
Адамовский	0	24	40	40	0	0	11	50	100	200	288	288	250	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198
Бузулукский	0	0	130	105	55	55	55	75	0	80	40	40	0	0	44	0	0	0	0	0	92	15	265	
Домбаровский	0	0	0	0	0	0	0	0	150	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	
Кваркенский	0	0	50	131	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	354	
Краснохолмский	0	32	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
Новосергиевский	30	30	30	150	70	30	0	9	12	12	270	225	202	45	45	0	168	50	50	0	0	143	216	
Первомайский	146	146	146	146	70	30	30	6	848	218	172	250	100	0	345	0	429	536	152	198	756	831	867	
Соль-Илецкий	60	50	250	310	110	84	0	105	147	407	48	59	70	20	10	309	309	184	8	8	43	163	211	
Сорочинский	84	84	84	84	20	84	84	49	130	80	35	0	0	0	53	0	109	0	43	0	0	757	853	
Ташлинский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	213	0	0	0	0	117	206	306	432	
Черноярский	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	158	
	370	386	810	1026	375	333	230	344	1387	1016	864	912	622	105	497	628	1121	876	359	343	1097	2457	3888	

Динамика площади очагов зелёной дубовой листовёртки по лесничествам Оренбургской области, га

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Бугурусланский	1000	1000	0	50	50	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	615	0	0
Бузулукский	0	0	0	1080	1080	0	0	0	0	0	15	0	55	55	55	0	85	0	0	0	83	0	0
Новосергиевский	0	0	0	250	250	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оренбургский	40	10	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Первомайский	0	0	0	450	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сорочинский	0	0	0	830	830	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	150	0	0	0	0	0
Ташлинский	0	0	0	480	480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сакмарский	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0
Тюльганский	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Адамовский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Породный состав лиственных насаждений на территории лесничеств
Оренбургской области

Лесничества	Дуб	Ясень	Клён	Вяз и другие ильмовые	Береза	Осина	Ольха черная	Липа	Тополь	Ива древ.
Абдулинское	6110	43	197	58	3037	2956	179	1560	64	3
Адамовское	142	124	256	721	252	127	23	0	2057	0
Акбулакское	0	1039	128	1621	0	2	66	0	272	32
Асекеевское	2845	92	170	98	244	785	11	91	22	4
Беляевское	81	129	1124	2667	25	0	0	30	3900	371
Бугурусланское	7903	181	3249	732	2094	5416	151	10222	69	20
Бузулукское	10545	125	1003	758	1465	6152	563	2320	1008	176
Домбаровское	0	56	1496	1970	23	72	0	0	900	0
Илекское	5505	1884	294	1078	129	385	0	43	8787	1083
Кваркенское	0	29	6	36	3814	423	0	0	976	0
Краснохолмское	6984	1810	468	1100	0	0	0	0	0	0
Кувандыкское	9811	56	641	2819	3292	1201	776	1326	4218	176
Новосергиевское	4304	356	153	292	2049	2089	111	38	384	311
Новотроицкое	1641	20	91	210	6120	1468	834	24	563	22
Оренбургское	3226	2746	1260	1146	254	44	0	227	7078	596
Орское	4	83	328	2222	64	0	8	0	1313	8
Первомайское	685	325	387	3169	61	1050	0	0	48	0
Пономаревское	2253	0	332	165	1951	1122	92	2125	94	23
Сакмарское	2081	156	155	503	216	106	14	560	3487	278
Саракташское	1218	72	979	830	335	138	25	2390	8696	721
Северное	4462	1	2963	56	6234	8211	188	12034	1	79
Сорочинское	5890	183	372	763	2901	4181	254	686	949	675
Ташлинское	4478	181	281	1129	438	1460	84	0	5961	392
Тюльганское	8397	15	2129	36	1708	3649	710	11858	26	4
Чернореченское	1971	625	377	322	1503	966	203	21	1853	483
Шарлыкское	1804	24	185	44	4741	1838	181	877	26	7
Итого	92340	10355	19024	24545	42950	43841	4473	46432	52752	5464

Сосновые насаждения на территории лесничеств Оренбургской области

№ п/п	Лесхозы 1993 г.	Общая площадь земель лесного фонда	Сосна	Распределение по группам возраста (га/тыс. кубометров)		припе- вающие	спелые и пере- стойные	Общий сред- ний прирост тыс. кубм.	Средний возраст, лет
				молодняки	II класса				
1	Абдулинский	18554	1924/70,0	161038,2/ 620/14,4	245/21,3 85/7,0	69/10,5	-	5,1	18
2	Адамовский	6877	705/21,4	-	-	-	-	1,7	16
3	Акбулакский	7250	-	-	-	-	-	-	-
4	Асекеевский								
5	Беляевский	16687	2/0,1	2/0,1	-	-	-	-	-
6	Бугурусланский	41500	1799/109,9	1242/29,0	335/38,0	193/38,6	15/2,2	6,4	25
7	Бузулукский	33695	3412/270,4	1385/28,3	1879/214,3	148/30,2	-	11,6	25
8	Домбаровский	11801	36/0,6	36/0,6	-	-	-	0,1	8
9	Илекский	30250	360/7,4	330/6,2	30/1,2	-	-	0,5	14
10	Кваркенский	17630	7215/844,3	2258/54,8	1987/192,2	2339/455,2	580/129,1	16,7	44
11	Краснохолмский	25762	421/21,9	418/21,7	3/0,2	-	-	1,3	15
12	Кувандыкский	34433	75/ 31/	44/	-	-	-	0,2	24
13	Новосергиевский	12439	588/34,7	331/8,0	254/26,1	3/0,6	-	2,0	19
14	Новотроицкий	15405	312/8,2	276/4,9	31/2,6	5/0,7	-	0,6	15
15	Оренбургский	26570	1160/82,0	312/11,4	844/69,8	4/0,8	-	3,6	22
16	Орский	12980	-	-	-	-	-	-	-
17	Первомайский	9658	342/6,9	332/6,7	10/0,2	-	-	0,7	12
18	Пономаревский	9955	584/39,2	327/10,6	229/21,8	28/68	-	1,7	20
19	Сакмарский	11818	70/5,4	35/1,0	35/4,4	-	-	0,2	21
20	Саракташский	22412	59/5,7	20/0,8	39/4,9	-	-	0,2	22
21	Северный	39309	1696/112,6	1196/41,2	408/53,7	82/16,9	10/0,8	-	-
22	Соль-Илецкий	9601	549/25,8	342/3,6	207/22,2	-	-	1,1	21
23	Сорочинский	24205	3256/268,7	1485/61,4	1373/124,5	248/48,0	64/13,3	9,5	29
24	Ташлинский	22905	84/5,9	25/1,1	59/4,8	-	-	0,3	24
25	Тюльганский	32545	504/50,1	205/4,9	203/24,4	91/19,4	3/0,8	1,9	26
26	Чернореченский	11129	5/0,3	2/0,1	3/0,2	-	-	-	20
27	Шарлыкский	11291	418/30,3	287/8,8	109/17,0	22/4,5	-	1,4	22

Таксационная характеристика сосновых насаждений Соль-Илецкого лесничества

№ПП	№ дерева	Высота, м	LW	LZ	LS	LN	D, см
Кв. 48, выд. 1, площадь -17,0 га, возраст 16 лет, бонитет 2, тип леса В2, полнота 1,0, запас 70 м ³	1	6,8	1	1,8	2,1	2	11,9/11,7
	2	5,5	0,8	1,2	1,4	1,5	7,9/7,9
	3	5,8	0,7	1	1,3	1,4	7,7/7,8
	4	5,9	0,8	0,5	1,5	1,6	10,03/10,1
	5	6,2	0,7	1	1,2	0,9	13,3/13,2
	6	6,5	0,6	0,9	1	1,2	5,8/5,9
	7	6,9	0,9	0,7	0,5	0,9	5,2/5,4
№ПП	№ дерева	Высота, м	LW	LZ	LS	LN	D, см
Кв. 3, выд. 17, площадь - 7,6 га, возраст 36 лет, бонитет 1, тип леса В1, полнота 0,7, запас 60 м ³	1	14,3	2,2	2,5	1,6	2,5	24,0/24,3
	2	15,7	2,1	2,7	1,7	2,3	20,1/20,9
	3	13	2,7	2,5	2,4	3,4	19,5/18,4
	4	11,4	1,8	1,3	1,6	1,6	15,9/16,4
	5	9,5	2,4	2,3	2,4	2,5	14,7/15,2
	6	8,8	0,6	1	1,4	0,7	6,0/6,1
	7	5,3	1	1,2	1,1	1,4	8,6/9,0
	8	13,4	2,7	1,4	1,2	2,1	18,1/18,2
№ПП	№ дерева	Высота, м	LW	LZ	LS	LN	D, см
Кв. 18, выд. 7, площадь - 8,1 га, возраст 50 лет, бонитет 2, тип леса В1, полнота 0,7, запас 140 м ³	1	20	0,5	0,5	1,3	3	10,5/10,4
	2	19	1,3	0,6	0,9	0,7	14,1/13,8
	3	18	1,3	1,6	0,9	1,1	15,1/14,9
	4	22	1,1	1,5	1,6	1,4	17,0/17,6
	5	21	1,2	1,9	1,4	1,4	18,9/18,2
	6	24	2,3	1,3	2,5	1,5	23,1/24,0
	7	24	2,3	1,6	2,7	2	23,5/23,6
	8	19	0,8	1	0,5	1,4	13,2/12,5
	9	18	1,3	0,5	0,9	1,2	15,5/15,2
	10	17	0,5	0,9	1,5	1,1	17,3/17,1

Таксационная характеристика насаждений Абдулинского лесничества

Кв.	Выдел	Состав	Яр ус	Эле мент леса	Воз- раст, лет	Вы- сота, м	Диа метр , см	Бони- тет	Пол- нота	Запас , м ³ /га	Пло- щадь, га
74	14	6Дн3Лп1Ос	1 1 3	Дн Лп Ос	45	13	16	4	0,6	100	2,0
	15	Лес. культ. 10 Кля	1	Кл	50	12	20	4	0,5	70	1,2
	16	10 Кля	1	Кл	50	11	18	5	0,3	35	0,9
	17	5Дн3Лп2Ос	1 1 4	Дн Лп Ос	50	14	18	4	0,6	110	10,0
73	1	10Дн	1	Д	40	11	14	4	0,6	80	6,5
	2	Лес.культ. 10С	1	С	20	6	6	2	0,4	25	4,1
	3	5Дн4Ос1Лп	1 1 1	Дн Ос Лп	40	11	14	4	0,7	90	45,0
	5	5Дн3Ос2Лп	1 1 1	Дн Ос Лп	40	11	14	4	0,6	80	4,6

Показатели вариации радиального прироста дуба черешчатого
и сосны обыкновенной на ВПП

Дуб			
год	М	$\pm y$	$\pm m$
1990	2,24	1,39	0,26
1991	2,07	1,16	0,22
1992	2,39	1,47	0,28
1993	2,27	1,28	0,24
1994	2,68	1,19	0,22
1995	2,40	0,90	0,16
1996	2,08	0,86	0,16
1997	1,91	0,88	0,16
1998	2,18	1,07	0,19
1999	2,54	1,41	0,26
2000	2,65	1,34	0,24
2001	2,53	1,08	0,20
2002	2,53	1,42	0,26
2003	2,41	1,40	0,25
2004	2,45	1,15	0,21
2005	2,37	1,27	0,23
2006	2,46	0,98	0,18
2007	2,41	1,11	0,20
2008	2,19	1,03	0,19
2009	2,22	1,03	0,19
2010	2,11	0,89	0,16
2011	1,73	0,92	0,17
2012	1,48	0,70	0,13
Соль-Илецк			
Год	М	$\pm y$	$\pm m$
1990	2,36	1,19	0,2
1991	2,24	1,14	0,19
1992	2,23	1,18	0,2
1993	1,88	1,04	0,17
1994	1,72	1,06	0,17
1995	2,08	1,03	0,17
1996	2,16	0,96	0,15
1997	2,01	0,91	0,14
1998	2,16	1,18	0,17
1999	1,73	1,17	0,16
2000	1,65	1,47	0,2
2001	1,73	1,44	0,2
2002	2,41	1,66	0,23
2003	2,23	1,49	0,2

2004	1,99	1,27	0,17
2005	2,03	1,24	0,17
2006	1,8	0,99	0,14
2007	1,7	1,1	0,15
2008	1,74	1,03	0,14
2009	1,46	0,87	0,12
2010	1,33	0,75	0,1
2011	1,42	0,81	0,11
2012	1,39	0,69	0,09

Примечание : М – среднее значение показателя; $\pm\sigma$ - среднеквадратичное отклонение;
 $\pm m$ – ошибка.

Данные по радиальному приросту дуба черешчатого
(без признаков гнили ствола) по годам

D, см	№ дерева	Год	Прирост мм
36	33	1977	7,06
		1978	9,54
		1979	5,92
		1980	5,88
		1981	4,02
		1982	7,31
		1983	5,13
		1984	4,73
		1985	4,88
		1986	4,12
		1987	5,12
		1988	5,81
		1989	2,22
		1990	3,12
		1991	2,75
		1992	1,64
		1993	5,13
		1994	2,73
		1995	3,64
		1996	3,01
		1997	1,98
		1998	1,59
		1999	3,42
		2000	4,63
		2001	3,2
		2002	2,17
		2003	3,65
		2004	3,18
		2005	3,18
		2006	2,27
2007	1,82		
2008	3,39		
2009	3,21		
2010	4,18		
2011	3,6		
2012	2,01		
24	12	1973	7,43
		1974	5,52
		1975	3,8
		1976	3,38
		1977	2,18
		1978	1,86
		1979	2,41

		1980	1,98
		1981	2,66
		1982	2,9
		1983	3,89
		1984	2,24
		1985	1,24
		1986	2,08
		1987	2,17
		1988	2,47
		1989	3,67
		1990	1,4
		1991	2,11
		1992	1,68
		1993	2,37
		1994	2,76
		1995	2,44
		1996	2,66
		1997	1,6
		1998	1,39
		1999	1,17
		2000	5,12
		2001	2,13
		2002	3,04
		2003	2,58
		2004	2,89
		2005	1,62
		2006	1,56
		2007	2,85
		2008	2,14
		2009	1,17
		2010	2,15
		2011	1,22
		2012	1,04
		1978	3,18
		1979	2,12
		1980	3,97
		1981	2,25
		1982	2,3
		1983	1,83
		1984	2,58
		1985	2,11
		1986	2,61
		1987	1,73
		1988	2,6
		1989	2,82
		1990	2,17
		1991	2,41
		1992	2,2
		1993	1,14
12	36		

		1994	2,21
		1995	2,77
		1996	1,84
		1997	1,68
		1998	2,68
		1999	2,08
		2000	2,64
		2001	2,8
		2002	1,73
		2003	1,31
		2004	1,76
		2005	2,16
		2006	2,72
		2007	2,39
		2008	1,22
		2009	1,79
		2010	2,17
		2011	1,43
		2012	1,01
		1984	4,3
		1985	3,99
		1986	4,16
		1987	4,78
		1988	3,91
		1989	2,35
		1990	3,56
		1991	1,75
		1992	2,52
		1993	0,49
		1994	5,27
		1995	2,25
		1996	1,47
		1997	1,18
		1998	2,06
		1999	1,95
		2000	2,12
		2001	1,53
		2002	2,26
		2003	2,84
		2004	1,21
		2005	1,14
		2006	0,93
		2007	1,11
		2008	1,6
		2009	1,28
		2010	1,26
		2011	1,08
		2012	1,07
16	20		

		1967	1,15
		1968	1,47
		1969	0,49
		1970	3,64
		1971	4,97
		1972	5,1
		1973	5,75
		1974	4,86
		1975	5,06
		1976	6,09
		1977	3,93
		1978	2,39
		1979	3,48
		1980	2,64
		1981	3,47
		1982	1,93
		1983	1,36
		1984	2,13
		1985	2,93
		1986	2,21
		1987	1,62
		1988	1,75
		1989	1,71
		1990	1,09
		1991	1,6
		1992	3,57
		1993	2,26
		1994	2,94
		1995	2,94
		1996	1,87
		1997	1,48
		1998	1,56
		1999	2,39
		2000	2,05
		2001	2,66
		2002	1,14
		2003	2,55
		2004	2,1
		2005	2,72
		2006	2,43
		2007	1,74
		2008	2,71
		2009	1,89
		2010	1,64
		2011	1,27
		2012	1,15
20	13	1966	3,31
		1967	3,71
		1968	1,86
28	8		

		1969	2,73
		1970	3,39
		1971	1,89
		1972	2,74
		1973	1,84
		1974	3,25
		1975	2,87
		1976	3,64
		1977	1,57
		1978	0,97
		1979	0,68
		1980	0,78
		1981	2,57
		1982	2,64
		1983	1,78
		1984	1,64
		1985	1,4
		1986	2,2
		1987	2,05
		1988	1,18
		1989	0,95
		1990	0,59
		1991	0,89
		1992	1,25
		1993	0,89
		1994	4,73
		1995	1,7
		1996	2,15
		1997	1,7
		1998	1,52
		1999	3,1
		2000	3,12
		2001	3,07
		2002	2,41
		2003	2,29
		2004	2,71
		2005	2,08
		2006	2,19
		2007	2,18
		2008	1,78
		2009	1,94
		2010	2,59
		2011	2,3
		2012	1,41
16	23	1976	3,03
		1977	2,92

		1978	2,63
		1979	2,67
		1980	2,74
		1981	1,95
		1982	2,43
		1983	1,64
		1984	1,96
		1985	1,71
		1986	1,28
		1987	1,36
		1988	1,14
		1989	1,25
		1990	2,82
		1991	1,41
		1992	2,77
		1993	1,02
		1994	1,21
		1995	1,33
		1996	1,27
		1997	1,63
		1998	2,11
		1999	2,06
		2000	1,55
		2001	2,43
		2002	1,72
		2003	3,72
		2004	2,57
		2005	2,85
		2006	1,65
		2007	2,38
		2008	1,47
		2009	1,36
		2010	1,96
		2011	1,63
		2012	1,33
		1972	1,17
		1973	1,35
		1974	1,24
		1975	2,19
		1976	3,75
		1977	2,01
		1978	1,25
		1979	1,2
		1980	1,24
		1981	1,42
20	16		

		1982	1,05
		1983	0,78
		1984	2,18
		1985	2,25
		1986	1,68
		1987	1,25
		1988	1,29
		1989	0,94
		1990	0,98
		1991	0,78
		1992	1,5
		1993	1,47
		1994	1,77
		1995	1,02
		1996	0,85
		1997	0,77
		1998	0,83
		1999	0,83
		2000	0,98
		2001	0,95
		2002	0,82
		2003	1,27
		2004	1,52
		2005	1,91
		2006	2,01
		2007	0,67
		2008	0,55
		2009	0,82
		2010	0,64
		2011	0,55
		2012	1,02
20	18	1972	2,23
		1973	2,25
		1974	1,86
		1975	1,15
		1976	1,19
		1977	1,21
		1978	0,97
		1979	1,24
		1980	1,52
		1981	1,12
		1982	1,36
		1983	0,92
		1984	1,08
		1985	1,18

		1986	0,94
		1987	1,71
		1988	1,36
		1989	2,12
		1990	2,02
		1991	2,03
		1992	1,76
		1993	2,31
		1994	1,9
		1995	2,59
		1996	1,7
		1997	1,45
		1998	1,74
		1999	1,45
		2000	1,65
		2001	2,6
		2002	3,19
		2003	2,81
		2004	2,28
		2005	2,37
		2006	2,79
		2007	2,1
		2008	1,26
		2009	1,45
		2010	0,82
		2011	0,95
		2012	0,84
		1990	2,15
		1991	2,11
		1992	2,15
		1993	2,15
		1994	3,56
		1995	4,34
		1996	3,72
		1997	3,75
		1998	3,96
		1999	4,88
		2000	3,52
		2001	2,9
		2002	3
		2003	2,46
		2004	3,67
		2005	2,43
		2006	3,12
		2007	2,42
20	17		

		2008	2,26
		2009	2,45
		2010	1,46
		2011	1,24
		2012	1,37
		1959	1,91
		1960	2,33
		1961	2,11
		1962	3,39
		1963	3,26
		1964	4,95
		1965	3,3
		1966	1,25
		1967	3,26
		1968	2,47
		1969	1,74
		1970	1,41
		1971	2,16
		1972	2,78
		1973	2,29
		1974	1,46
		1975	1,27
		1976	1,81
		1977	1,44
		1978	0,85
		1979	0,85
		1980	0,6
		1981	1,21
		1982	1,33
		1983	1,17
		1984	1,84
		1985	1,47
		1986	2,86
		1987	3,94
		1988	3,96
		1989	3,99
		1990	4,06
		1991	3,3
		1992	1,59
		1993	2,95
		1994	3,15
		1995	2,67
		1996	2,73
		1997	2,07
		1998	3,64
		1999	5,36
32	2		

		2000	4,13
		2001	2,04
		2002	3,57
		2003	3,12
		2004	3,19
		2005	2,72
		2006	3,62
		2007	4,71
		2008	3,24
		2009	3,9
		2010	3,11
		2011	2,28
		2012	2
		1971	3,42
		1972	1,27
		1973	2,15
		1974	1,2
		1975	1,94
		1976	1,85
		1977	2,35
		1978	2,01
		1979	1,44
		1980	1,27
		1981	1,25
		1982	1,48
		1983	3,55
		1984	2,26
		1985	1,99
		1986	1,93
		1987	1,71
		1988	1,26
		1989	1,07
		1990	1,22
		1991	0,86
		1992	1,26
		1993	2,07
		1994	1,65
		1995	1,95
		1996	1,31
		1997	1,41
		1998	1,96
		1999	2,23
		2000	1,95
		2001	1,57
		2002	2,05
20	15		

		2003	1,32
		2004	2,06
		2005	2,29
		2006	1,66
		2007	2,62
		2008	2,08
		2009	2,22
		2010	3,5
		2011	1,35
		2012	1,51
12	35	1992	1,35
		1993	1,18
		1994	1,35
		1995	1,48
		1996	1,25
		1997	1,37
		1998	1,56
		1999	1,55
		2000	1,5
		2001	1,45
		2002	1,88
		2003	1,94
		2004	3,11
		2005	1,65
2006	2,5		
2007	2,71		
2008	1,32		
2009	1,97		
2010	1,2		
2011	1,1		
2012	1,07		
12	34	1983	1,41
		1984	1,51
		1985	1,84
		1986	1,23
		1987	2,52
		1988	1,43
		1989	1,36
		1990	1,38
		1991	2,05
		1992	2,03
		1993	1,39
1994	0,95		
1995	1,74		
1996	1,29		

		1997	1,05
		1998	1,62
		1999	0,87
		2000	1,17
		2001	2,12
		2002	1,9
		2003	1,3
		2004	0,83
		2005	0,96
		2006	1,6
		2007	1,99
		2008	1,8
		2009	2,74
		2010	1,86
		2011	1,29
		2012	1,33
		1977	4,07
		1978	3
		1979	2,05
		1980	1,95
		1981	2,45
		1982	7,54
		1983	7,8
		1984	3,38
		1985	3,5
		1986	3
		1987	3,63
		1988	1,7
		1989	2,54
		1990	2,77
		1991	4,45
		1992	4,89
		1993	3,84
		1994	3,12
		1995	3,72
		1996	2,78
		1997	2,42
		1998	4,35
		1999	2,86
		2000	4,68
		2001	5,43
		2002	5,58
		2003	6
		2004	4,27
		2005	5,03
28	11		

		2006	4,62
		2007	4,01
		2008	4,2
		2009	2,57
		2010	4,01
		2011	2,78
		2012	2,38
		1964	3,95
		1965	2,57
		1966	2,36
		1967	1,88
		1968	2,73
		1969	3,57
		1970	2,96
		1971	2,12
		1972	2,82
		1973	2,47
		1974	3,36
		1975	2,19
		1976	2,58
		1977	2,63
		1978	2,13
		1979	1,22
		1980	1,31
		1981	2,18
		1982	1,77
28	7	1983	2,18
		1984	2,32
		1985	2
		1986	3,15
		1987	3,35
		1988	2,2
		1989	2,09
		1990	1,69
		1991	1,26
		1992	2,89
		1993	3,74
		1994	2,74
		1995	3,12
		1996	1,66
		1997	1,16
		1998	1,4
		1999	1,74
		2000	2,95
		2001	1,53

		2002	2,2
		2003	1,77
		2004	2,29
		2005	1,75
		2006	2,23
		2007	2,05
		2008	1,45
		2009	1,59
		2010	1,89
		2011	1,38
		2012	1,39
		1971	2,72
		1972	2,35
		1973	2,86
		1974	1,92
		1975	3,33
		1976	2,72
		1977	2,43
		1978	2,57
		1979	3,29
		1980	2,78
		1981	1,58
		1982	1,19
		1983	1,76
		1984	1,8
		1985	0,89
		1986	1,96
16	21	1987	1,72
		1988	2,48
		1989	1,52
		1990	1,55
		1991	1,59
		1992	1,71
		1993	1,85
		1994	1,68
		1995	2,02
		1996	0,96
		1997	1,04
		1998	1,09
		1999	1,71
		2000	1,22
		2001	1,18
		2002	0,86
		2003	0,93
		2004	1,07

		2005	0,95
		2006	1,06
		2007	1,02
		2008	1,37
		2009	1,59
		2010	1,02
		2011	1,03
		2012	0,86
		1969	1,85
		1970	2,65
		1971	3,07
		1972	5,74
		1973	2,74
		1974	1,16
		1975	2,25
		1976	3,81
		1977	3,79
		1978	4,63
		1979	4,12
		1980	3,25
		1981	3,87
		1982	3,07
		1983	1,28
		1984	1,47
		1985	1,4
		1986	1,66
36	32	1987	3,08
		1988	1,96
		1989	1,77
		1990	1,99
		1991	1,17
		1992	1,22
		1993	2,16
		1994	2,86
		1995	1,94
		1996	1,04
		1997	1,46
		1998	1,94
		1999	2,22
		2000	2,26
		2001	2,82
		2002	1,92
		2003	1,36
		2004	2,28
		2005	2,25

		2006	2,01
		2007	2,52
		2008	1,85
		2009	1,34
		2010	1,69
		2011	1,91
		2012	1,22
		1977	1,11
		1978	1,24
		1979	1,17
		1980	1,66
		1981	3,07
		1982	2,94
		1983	3
		1984	2,05
		1985	2,45
		1986	1,79
		1987	2,46
		1988	1,59
		1989	4,45
		1990	7,2
		1991	5,52
		1992	3,9
		1993	3,44
		1994	3,53
		1995	1,73
		1996	1,76
		1997	3,66
		1998	4,13
		1999	5,8
		2000	5,89
		2001	3,91
		2002	6,88
		2003	6,6
		2004	4,52
		2005	4,92
		2006	2,65
		2007	4,24
		2008	4,52
		2009	5,6
		2010	4,35
		2011	5,5
		2012	4,3
36	30	1970	3,54
		1971	4,4
32	3		

		1972	6,63
		1973	6,56
		1974	4,08
		1975	5,34
		1976	5,72
		1977	3,21
		1978	2,31
		1979	3,7
		1980	2,45
		1981	2,17
		1982	2,23
		1983	1,4
		1984	2,12
		1985	1,63
		1986	2,66
		1987	1,65
		1988	2,53
		1989	2,42
		1990	1,86
		1991	1,96
		1992	1,76
		1993	2,05
		1994	2,95
		1995	2,86
		1996	2,87
		1997	2,6
		1998	2,08
		1999	2,32
		2000	2,03
		2001	3,05
		2002	2,91
		2003	2,25
		2004	1,9
		2005	2,77
		2006	2,98
		2007	1,82
		2008	2,94
		2009	3,06
		2010	2,14
		2011	1,73
		2012	1,43
		1988	1,27
		1989	1,84
		1990	2,28
		1991	2,61
12	14		

--	--

36	
----	--

--	--

29	
----	--

1992	4,48
1993	1,96
1994	2,62
1995	2,29
1996	1,67
1997	1,64
1998	1,4
1999	0,63
2000	1,53
2001	1,55
2002	1,18
2003	0,72
2004	1,18
2005	1,1
2006	1,27
2007	0,96
2008	1,31
2009	1,18
2010	0,69
2011	0,73
2012	0,77
1967	1,75
1968	3,11
1969	3,72
1970	2,68
1971	4,16
1972	3,8
1973	5,11
1974	3,17
1975	1,95
1976	2,07
1977	2,85
1978	4,63
1979	4,49
1980	3,68
1981	1,88
1982	3,22
1983	6,1
1984	4,84
1985	6,15
1986	4,93
1987	4,26
1988	3,82
1989	5,79
1990	3,95

		1991	4,32
		1992	7,2
		1993	6,11
		1994	5,42
		1995	4,44
		1996	3,62
		1997	3,87
		1998	4,91
		1999	5,34
		2000	4,61
		2001	3,94
		2002	5,28
		2003	3,8
		2004	5,1
		2005	6,12
		2006	4,09
		2007	4,92
		2008	3,93
		2009	2,32
		2010	1,96
		2011	1,72
		2012	2,15
		1965	3,45
		1966	5,79
		1967	4,09
		1968	3,66
		1969	3,73
		1970	4,59
		1971	2,96
		1972	5,88
		1973	5,24
		1974	4,57
		1975	3,51
28	9	1976	3,93
		1977	3,18
		1978	4,37
		1979	2,18
		1980	1,35
		1981	1,53
		1982	2,88
		1983	2,62
		1984	2,3
		1985	2,12
		1986	2,32
		1987	1,91

		1988	2,16
		1989	2,58
		1990	1,52
		1991	1,28
		1992	1,4
		1993	2,05
		1994	2,86
		1995	2,36
		1996	2,17
		1997	2,32
		1998	1,41
		1999	1,49
		2000	1,51
		2001	2,45
		2002	1,74
		2003	1
		2004	2,65
		2005	1,46
		2006	2,32
		2007	2,05
		2008	2,02
		2009	1,78
		2010	1,34
		2011	1,35
		2012	1,89
		1969	3,83
		1970	3,38
		1971	3,68
		1972	2,05
		1973	2,45
		1974	3,18
		1975	2,35
		1976	2,09
		1977	3,12
		1978	2,84
		1979	2,36
		1980	2,27
		1981	0,98
		1982	1
		1983	1,32
		1984	3,96
		1985	1,58
		1986	1,33
		1987	1,01
		1988	1,41
20	28		

		1989	0,86
		1990	1,05
		1991	1,48
		1992	1,45
		1993	1,53
		1994	1,16
		1995	1,93
		1996	2,09
		1997	2,32
		1998	2,43
		1999	2,54
		2000	1,87
		2001	2
		2002	2,12
		2003	1,11
		2004	1,16
		2005	1,43
		2006	2,69
		2007	0,97
		2008	1,4
		2009	1,95
		2010	2,28
		2011	1,48
		2012	1,07
		1972	3,8
		1973	4,26
		1974	4,22
		1975	4,98
		1976	1,84
		1977	3,95
		1978	3,67
		1979	4,68
		1980	3,77
		1981	2,84
		1982	2,75
		1983	1,34
		1984	1,2
		1985	1,48
		1986	1,8
		1987	2,31
		1988	2,87
		1989	1,72
		1990	2,91
		1991	1,22
		1992	1,54
24	25		

		1993	1,35
		1994	2,63
		1995	1,98
		1996	1,55
		1997	1,54
		1998	2,08
		1999	2,41
		2000	2,4
		2001	1,75
		2002	1,62
		2003	1,6
		2004	1,43
		2005	1,97
		2006	1,62
		2007	1,86
		2008	0,86
		2009	2,32
		2010	1,9
		2011	1,44
		2012	1,25
		1966	1,55
		1967	1,48
		1968	5,28
		1969	3,31
		1970	2,41
		1971	4,19
		1972	3,89
		1973	3,06
		1974	2,89
		1975	4,99
		1976	3,29
		1977	3,32
32	6	1978	4,29
		1979	1,95
		1980	2,85
		1981	2,21
		1982	3,07
		1983	2,49
		1984	4,87
		1985	3,43
		1986	3,39
		1987	2,54
		1988	3,56
		1989	2,11
		1990	4,04

		1991	2,22
		1992	2,52
		1993	3,4
		1994	3,19
		1995	1,75
		1996	2,68
		1997	2,15
		1998	3,53
		1999	3,33
		2000	3,28
		2001	3,13
		2002	2,55
		2003	2,97
		2004	3,58
		2005	2,27
		2006	4,16
		2007	4,59
		2008	3,22
		2009	3,27
		2010	2,99
		2011	2,3
		2012	2,03
		1970	2,89
		1971	5,06
		1972	2,92
		1973	2,63
		1974	3,84
		1975	3,3
		1976	2,46
		1977	1,97
		1978	2,05
		1979	1,56
		1980	3,2
		1981	2,76
		1982	2,63
		1983	3,4
		1984	2,52
		1985	2,03
		1986	3,51
		1987	1,81
		1988	1,26
		1989	1,48
		1990	1,06
		1991	2,67
		1992	2,69
24	24		

		1993	1,59
		1994	3,14
		1995	3,33
		1996	3,48
		1997	2,77
		1998	2,4
		1999	3,18
		2000	2,06
		2001	2,51
		2002	2,84
		2003	2,2
		2004	2
		2005	2,22
		2006	2,38
		2007	2,34
		2008	1,96
		2009	1,95
		2010	1,85
		2011	1,31
		2012	1,04
		1962	1,53
		1963	1,38
		1964	2,84
		1965	1,25
		1966	2,31
		1967	4,06
		1968	4,3
		1969	5,63
		1970	1,88
		1971	3,27
		1972	2,86
		1973	1,7
		1974	1,73
		1975	1,22
		1976	1,06
		1977	1,43
		1978	1,63
		1979	1,27
		1980	1,53
		1981	2,11
		1982	1,57
		1983	2,32
		1984	1,54
		1985	1,17
		1986	1,19
24	27		

		1987	1,2
		1988	1,93
		1989	2,12
		1990	2,69
		1991	3
		1992	0,87
		1993	1,05
		1994	1,46
		1995	1,62
		1996	1,65
		1997	1,36
		1998	1,36
		1999	1,16
		2000	1,82
		2001	2,11
		2002	1,55
		2003	1,34
		2004	1,38
		2005	1,46
		2006	2,42
		2007	2,08
		2008	1,55
		2009	1,92
		2010	2,63
		2011	1,16
		2012	1,07
		1962	6,78
		1963	2,36
		1964	4,08
		1965	3,66
		1966	2,09
		1967	2,91
		1968	2,75
		1969	2,48
		1970	1,57
		1971	1,58
		1972	1,33
		1973	1,4
		1974	1,39
		1975	0,66
		1976	0,96
		1977	1,45
		1978	1,09
		1979	1,7
		1980	1,81
32	5		

		1981	1,96
		1982	2,75
		1983	2,76
		1984	2,05
		1985	1,31
		1986	1,82
		1987	1,96
		1988	2,08
		1989	1,29
		1990	1,5
		1991	3,28
		1992	5,01
		1993	4,85
		1994	4,52
		1995	3,8
		1996	3,48
		1997	2,59
		1998	2,57
		1999	4,17
		2000	4,65
		2001	4,35
		2002	4,75
		2003	4,12
		2004	1,99
		2005	3,72
		2006	3,76
		2007	3,52
		2008	3,22
		2009	2,39
		2010	1,87
		2011	2,74
		2012	2,25
		1963	1,46
		1964	2,82
		1965	2,88
		1966	3,56
		1967	3,1
		1968	3,09
		1969	4,5
		1970	3,65
		1971	2,24
		1972	2,22
		1973	3,18
		1974	3,05
		1975	1,54
32	4		

		1976	0,84
		1977	1,17
		1978	0,77
		1979	0,9
		1980	2,45
		1981	2
		1982	1,53
		1983	2,62
		1984	1,61
		1985	1,55
		1986	1,18
		1987	1,32
		1988	0,93
		1989	1,62
		1990	0,82
		1991	2,81
		1992	2,91
		1993	2,41
		1994	1,9
		1995	2,17
		1996	2,02
		1997	1,09
		1998	1,43
		1999	2,06
		2000	1,34
		2001	1,38
		2002	2,1
		2003	1,8
		2004	2,64
		2005	1,73
		2006	2,51
		2007	2,38
		2008	2,26
		2009	2,27
		2010	2,12
		2011	2,4
		2012	1,42
		1970	2,63
		1971	1,3
		1972	2,04
		1973	2,4
		1974	2,18
		1975	1,74
		1976	1,76
		1977	1,52
12	22		

		1978	1,08
		1979	1,65
		1980	0,71
		1981	0,82
		1982	1,19
		1983	1,32
		1984	1,07
		1985	0,97
		1986	1,1
		1987	0,7
		1988	0,76
		1989	1,53
		1990	1,48
		1991	0,87
		1992	0,98
		1993	0,88
		1994	0,88
		1995	0,64
		1996	0,69
		1997	0,63
		1998	0,76
		1999	0,97
		2000	1,1
		2001	1,69
		2002	1,03
		2003	1,03
		2004	1,08
		2005	0,57
		2006	0,84
		2007	1,69
		2008	1,25
		2009	1,07
		2010	1,38
		2011	0,71
		2012	0,68
		1974	2,07
		1975	1,42
		1976	2,45
		1977	2,98
		1978	3,87
		1979	4,02
		1980	4,49
		1981	2,71
		1982	1,67
		1983	2,13
36	31		

	1984	3,18
	1985	2,25
	1986	1,2
	1987	3
	1988	3,54
	1989	2,97
	1990	3,54
	1991	2,67
	1992	4,09
	1993	3,67
	1994	2,9
	1995	2,33
	1996	3,18
	1997	3,42
	1998	2,36
	1999	3,89
	2000	3,59
	2001	4,73
	2002	2,83
	2003	3,23
	2004	4,65
	2005	4,03
	2006	4
	2007	2,47
	2008	3,83
	2009	4,52
	2010	2,74
	2011	2,29
	2012	2,13

Данные по радиальному приросту сосны обыкновенной
(без признаков стволовой и корневой гнили) по годам

№ дерева	Год	Прирост, мм
7	1977	2,22
	1978	3,08
	1979	4,51
	1980	4,83
	1981	3,22
	1982	2,66
	1983	1,1
	1984	1,18
	1985	0,93
	1986	3,23
	1987	2,94
	1988	2,46
	1989	3,1
	1990	2,49
	1991	2,37
	1992	2,4
	1993	1,97
	1994	1,38
	1995	1,01
	1996	0,8
	1997	0,88
	1998	0,69
	1999	0,6
	2000	0,86
	2001	0,89
	2002	0,87
	2003	1,88
	2004	2,31
	2005	1,78
	2006	2,31
2007	1,67	
2008	1,82	
2009	1,89	
2010	1,74	
2011	1,71	
2012	1,46	
9	1980	3,31
	1981	2,87
	1982	3,45
	1983	2,64
	1984	3,25
	1985	4,4
	1986	3,4

	1987	3,27
	1988	3,76
	1989	5,42
	1990	3,39
	1991	3,21
	1992	3,55
	1993	4,1
	1994	3,91
	1995	2,69
	1996	3,56
	1997	2,06
	1998	1,79
	1999	2,81
	2000	2,84
	2001	2,53
	2002	2,09
	2003	1,85
	2004	1,67
	2005	2,59
	2006	1,8
	2007	2,35
	2008	2,22
	2009	1,66
	2010	1,74
	2011	1,37
	2012	1,53
9	1980	3,8
	1981	1,94
	1982	1,89
	1983	3,45
	1984	5,63
	1985	2,49
	1986	3,58
	1987	3,26
	1988	3,69
	1989	3,82
	1990	4,38
	1991	4,86
	1992	4,58
	1993	4,47
	1994	4,22
	1995	3,78
	1996	2,84
1997	3,35	
1998	3	
1999	2,62	
2000	2,54	
2001	2,48	

	2002	2,39
	2003	1,92
	2004	1,47
	2005	1,46
	2006	1,68
	2007	1,69
	2008	1,48
	2009	0,84
	2010	0,92
	2011	0,55
	2012	1,7
7	1973	2,67
	1974	3,67
	1975	1,12
	1976	2,42
	1977	4,45
	1978	1,7
	1979	3,93
	1980	4,44
	1981	4,56
	1982	4,88
	1983	4,05
	1984	3,48
	1985	2,71
	1986	2,25
	1987	3,18
	1988	2,01
	1989	2,03
	1990	1,25
	1991	1,35
	1992	1,84
	1993	1,34
	1994	1,11
	1995	1,79
	1996	2,72
	1997	0,82
	1998	2,14
	1999	0,77
	2000	0,99
	2001	1,05
	2002	0,98
	2003	1,17
	2004	0,81
2005	1,2	
2006	1,46	
2007	0,67	
2008	1,89	
2009	0,56	

	2010	0,52
	2011	0,77
	2012	1,23
7	1980	4,04
	1981	6,44
	1982	3,14
	1983	7,91
	1984	5,48
	1985	5,56
	1986	5,88
	1987	3,85
	1988	2,18
	1989	2,77
	1990	3,14
	1991	1,72
	1992	2,45
	1993	2,16
	1994	2,57
	1995	2,88
	1996	3,35
	1997	2,61
	1998	2,5
	1999	1,39
	2000	1,81
	2001	1,06
	2002	1,21
	2003	1,44
	2004	0,96
	2005	1,24
	2006	1,5
	2007	1,04
	2008	1,19
	2009	1,03
2010	1,06	
2011	0,9	
2012	1,18	
3	1979	3,98
	1980	4,38
	1981	8,17
	1982	2,49
	1983	3,6
	1984	4,82
	1985	4,84
	1986	5,56
	1987	2,67
	1988	2,67
	1989	0,89
	1990	1,71

	1991	3,18
	1992	3,37
	1993	3,3
	1994	3,56
	1995	3,11
	1996	2,51
	1997	3,03
	1998	3,44
	1999	1,9
	2000	2,06
	2001	2,34
	2002	1,93
	2003	1,22
	2004	1,53
	2005	1,02
	2006	0,97
	2007	0,52
	2008	0,69
	2009	1,03
	2010	0,41
	2011	0,71
	2012	0,47
2	1983	1,6
	1984	1,93
	1985	1,4
	1986	3,67
	1987	4,77
	1988	5,68
	1989	5,27
	1990	6,05
	1991	5,06
	1992	5,39
	1993	3,52
	1994	4,09
	1995	3,29
	1996	2,46
	1997	2,12
	1998	1,9
	1999	1,03
	2000	1,07
	2001	0,97
	2002	1,4
2003	1,22	
2004	1,27	
2005	0,68	
2006	0,96	
2007	0,61	
2008	0,98	

	2009	0,74
	2010	0,87
	2011	0,79
	2012	0,5
10	1972	3,01
	1973	4,81
	1974	3,56
	1975	2,74
	1976	4,99
	1977	2,8
	1978	4,84
	1979	2,27
	1980	3,67
	1981	2,32
	1982	3,85
	1983	0,76
	1984	1,52
	1985	2,37
	1986	2,18
	1987	2,07
	1988	1,8
	1989	1,58
	1990	1,82
	1991	1,75
	1992	1,73
	1993	1,55
	1994	1,55
	1995	1,84
	1996	1,48
	1997	1,67
	1998	1,65
	1999	2
	2000	2,14
	2001	2,47
	2002	1,93
	2003	1,8
	2004	1,24
2005	1,49	
2006	1,11	
2007	1,38	
2008	0,86	
2009	0,63	
2010	0,53	
2011	0,45	
2012	0,72	
4	1981	3,58
	1982	6,15
	1983	4,52

	1984	2,25
	1985	4,74
	1986	6,02
	1987	4,15
	1988	2,75
	1989	5,04
	1990	3,12
	1991	3,09
	1992	2
	1993	1,6
	1994	2,26
	1995	2,43
	1996	1,95
	1997	1,3
	1998	1,88
	1999	1,72
	2000	1,73
	2001	1,76
	2002	1,7
	2003	1,71
	2004	1,36
	2005	1,56
	2006	1,74
	2007	1,37
	2008	1,02
	2009	1,02
	2010	1,03
	2011	0,81
	2012	0,74
6	1982	2,91
	1983	7,56
	1984	5,85
	1985	2,67
	1986	4,73
	1987	7,47
	1988	5,62
	1989	1,61
	1990	1,77
	1991	2,66
	1992	1,98
	1993	2,17
	1994	2,79
	1995	3,69
	1996	4,51
	1997	3,53
	1998	2,57
	1999	3,28
	2000	3,18

	2001	2,26
	2002	3,05
	2003	2,5
	2004	1,82
	2005	1,84
	2006	2,36
	2007	2,45
	2008	2,4
	2009	1,91
	2010	1,47
	2011	1,35
	2012	0,94
9	1974	3,93
	1975	3,92
	1976	5,33
	1977	3,04
	1978	3,82
	1979	6,49
	1980	4,82
	1981	4,15
	1982	4,88
	1983	6,38
	1984	6
	1985	6,94
	1986	5,93
	1987	4
	1988	4,68
	1989	3,24
	1990	3,08
	1991	3,54
	1992	3,18
	1993	2,77
	1994	1,99
	1995	2,64
	1996	2,59
	1997	2,93
	1998	1,2
	1999	1,23
	2000	1,35
2001	1,4	
2002	1,57	
2003	1,4	
2004	2,52	
2005	1,53	
2006	1,13	
2007	1,35	
2008	1,62	
2009	1,5	

	2010	1,17
	2011	3,01
	2012	1,22
5	1999	3,12
	2000	6,57
	2001	4,09
	2002	3,89
	2003	4,26
	2004	3,51
	2005	5,62
	2006	3,43
	2007	2,99
	2008	3,05
	2009	1,79
	2010	1,91
	2011	1,75
2012	1,56	
5	1976	3,79
	1977	4,43
	1978	4,93
	1979	4,17
	1980	5,47
	1981	3,33
	1982	4,44
	1983	5,19
	1984	4,59
	1985	3,72
	1986	2,7
	1987	3,19
	1988	2,07
	1989	2,79
	1990	2,85
	1991	3,12
	1992	2,26
	1993	2,21
	1994	2,14
	1995	2,74
	1996	1,65
	1997	1,55
	1998	1,61
	1999	1,48
	2000	1,8
	2001	1,55
	2002	1,49
2003	1,55	
2004	1,49	
2005	1,1	
2006	1,76	

	2007	1,24
	2008	1,44
	2009	1,46
	2010	0,51
	2011	0,76
	2012	1,09
2	1991	2,77
	1992	4,02
	1993	4,48
	1994	3,95
	1995	3,79
	1996	3,34
	1997	3,57
	1998	2,71
	1999	2,48
	2000	2,11
	2001	2,79
	2002	1,64
	2003	1,3
	2004	1,03
	2005	1,46
	2006	1,28
	2007	1,09
	2008	0,62
	2009	0,46
	2010	0,41
2011	0,32	
2012	0,74	
9	1972	3,09
	1973	5,17
	1974	3,67
	1975	6,56
	1976	5,22
	1977	3,7
	1978	3,29
	1979	4,97
	1980	6,19
	1981	4,12
	1982	5,18
	1983	6,39
	1984	5,78
	1985	6,13
	1986	4,96
	1987	4,66
	1988	4,14
	1989	3,53
	1990	3,45
1991	3,28	

	1992	2,92
	1993	2,78
	1994	2,68
	1995	2,59
	1996	1,7
	1997	2,19
	1998	1,95
	1999	1,21
	2000	1,6
	2001	1,85
	2002	2,23
	2003	1,89
	2004	1,19
	2005	1,19
	2006	0,94
	2007	1,15
	2008	1,53
	2009	0,83
	2010	0,99
	2011	0,77
	2012	0,88
3	1984	3,71
	1985	3,96
	1986	4,91
	1987	4,71
	1988	5,47
	1989	3,22
	1990	2,49
	1991	3,18
	1992	2,76
	1993	2,64
	1994	2,16
	1995	4,22
	1996	4,08
	1997	3,84
	1998	4,01
	1999	2,25
	2000	2,06
	2001	1,87
	2002	2,22
	2003	1,91
2004	1,56	
2005	0,99	
2006	1,01	
2007	1,38	
2008	0,77	
2009	0,56	

	2010	0,9	
	2011	1,01	
	2012	1,02	
10	1978	5,31	
	1979	4,8	
	1980	5,07	
	1981	5,74	
	1982	4,41	
	1983	3,01	
	1984	4,23	
	1985	3,85	
	1986	4,29	
	1987	3,07	
	1988	3,73	
	1989	2,54	
	1990	3,06	
	1991	2,23	
	1992	2,72	
	1993	2,25	
	1994	2,19	
	1995	2,5	
		1996	1,82
		1997	2,11
		1998	1,91
		1999	1,89
		2000	1,57
		2001	2,37
		2002	1,47
		2003	1,37
		2004	1,21
		2005	1,16
		2006	1,48
	2007	1,43	
	2008	0,87	
	2009	0,74	
	2010	0,67	
	2011	0,62	
	2012	1,12	
5	1976	3,48	
	1977	2,45	
	1978	3,97	
	1979	4,51	
	1980	4,72	
	1981	4,3	
	1982	3,02	
	1983	5,83	
	1984	5,8	

	1985	3,03
	1986	2,71
	1987	3,47
	1988	3,01
	1989	2,83
	1990	3,37
	1991	2,64
	1992	2,5
	1993	2,69
	1994	2,5
	1995	2,37
	1996	1,77
	1997	1,69
	1998	2,03
	1999	2,03
	2000	1,8
	2001	2
	2002	1,67
	2003	1,81
	2004	1,27
	2005	1,73
	2006	1,37
	2007	1,73
	2008	1,85
	2009	1,91
	2010	1,23
	2011	1,39
	2012	2,04
6	1983	4,62
	1984	6,34
	1985	7,71
	1986	7,77
	1987	5,76
	1988	3,39
	1989	3,08
	1990	2,78
	1991	3,04
	1992	4,01
	1993	4,05
	1994	4,38
	1995	3,88
	1996	2,92
	1997	2,68
	1998	3,88
	1999	2,82
	2000	3,31
	2001	2,64
	2002	3,01

	2003	2,27
	2004	2
	2005	2,02
	2006	2,51
	2007	1,45
	2008	1,09
	2009	1,57
	2010	1,46
	2011	1,35
	2012	1,24
7	1975	3,06
	1976	4,67
	1977	3,49
	1978	5,1
	1979	2,71
	1980	3,52
	1981	4,99
	1982	2,12
	1983	2,25
	1984	2,65
	1985	2,37
	1986	2,62
	1987	2,11
	1988	1,98
	1989	1,55
	1990	1,06
	1991	1,71
	1992	1,86
	1993	1,83
	1994	2,08
	1995	0,56
	1996	0,75
	1997	0,72
	1998	0,88
	1999	0,61
	2000	0,76
	2001	0,84
	2002	0,74
	2003	0,78
	2004	0,43
2005	0,57	
2006	0,73	
2007	0,92	
2008	0,83	
2009	1,11	
2010	0,87	
2011	0,86	
2012	0,93	

4	1971	3,38
	1972	3,08
	1973	3,14
	1974	4
	1975	4,2
	1976	2,97
	1977	2,88
	1978	2,55
	1979	1,53
	1980	2,3
	1981	2,15
	1982	3,05
	1983	4,04
	1984	3,51
	1985	3,06
	1986	3,2
	1987	2,6
	1988	1,82
	1989	2,52
	1990	1,82
	1991	1,42
	1992	1,53
	1993	1
	1994	1,19
	1995	0,77
	1996	1,01
	1997	0,98
	1998	1,04
	1999	1,1
	2000	0,87
	2001	0,94
	2002	1,07
	2003	1,24
2004	1,16	
2005	0,88	
2006	0,64	
2007	0,88	
2008	0,83	
2009	0,81	
2010	0,77	
2011	0,69	
2012	0,71	
1	1967	2,51
	1968	2,52
	1969	3,73
	1970	4,26
	1971	6,32
	1972	3,26

	1973	3,08
	1974	2,07
	1975	3,19
	1976	1,24
	1977	1,62
	1978	1,86
	1979	3,32
	1980	2,62
	1981	2,12
	1982	2,85
	1983	1,23
	1984	1,35
	1985	0,95
	1986	1
	1987	1,64
	1988	1,15
	1989	1,09
	1990	0,78
	1991	0,6
	1992	0,83
	1993	0,85
	1994	0,99
	1995	0,63
	1996	0,86
	1997	1,22
	1998	0,97
	1999	1,19
	2000	0,97
	2001	0,56
	2002	1,05
	2003	1,06
	2004	1,08
	2005	0,86
	2006	0,63
	2007	0,61
	2008	0,8
	2009	0,58
	2010	0,62
	2011	0,49
	2012	0,59
6	1977	2,68
	1978	2,34
	1979	3,96
	1980	4,82
	1981	2,69
	1982	2,65
	1983	2,09
	1984	2,46

	1985	1,29
	1986	1,46
	1987	1,82
	1988	2,19
	1989	2,47
	1990	3
	1991	1,84
	1992	2,54
	1993	1,72
	1994	2,18
	1995	2,11
	1996	1,89
	1997	1,27
	1998	1,35
	1999	0,9
	2000	1,23
	2001	0,36
	2002	1,84
	2003	1,41
	2004	1,27
	2005	1,18
	2006	1,32
	2007	1,34
	2008	1,16
	2009	1,64
	2010	1,95
	2011	1,42
	2012	1,05
3	1973	3,44
	1974	5,79
	1975	5,75
	1976	4,78
	1977	4
	1978	3,78
	1979	5,02
	1980	1,48
	1981	2,53
	1982	3,3
	1983	3,6
	1984	2,93
	1985	3,01
	1986	2,5
	1987	2,53
	1988	3,08
	1989	2,39
1990	2,41	
1991	1,25	
1992	0,71	

	1993	0,98
	1994	0,95
	1995	0,68
	1996	1,45
	1997	1,29
	1998	1,77
	1999	1,39
	2000	1,15
	2001	1,44
	2002	1,35
	2003	1,49
	2004	0,9
	2005	1,58
	2006	1,37
	2007	1,71
	2008	0,9
	2009	1,03
	2010	1,23
	2011	1,17
	2012	1,1
4	1974	2,87
	1975	1,69
	1976	3,48
	1977	4,3
	1978	5,22
	1979	4,31
	1980	4,94
	1981	4,53
	1982	2,16
	1983	2,88
	1984	2,36
	1985	1,87
	1986	2,39
	1987	2,17
	1988	3,63
	1989	2,06
	1990	2,05
	1991	2,42
	1992	2,23
	1993	2,45
1994	2,15	
1995	1,31	
1996	0,94	
1997	1,23	
1998	1,22	
1999	1,17	
2000	1,04	
2001	0,88	

	2002	1,04
	2003	0,61
	2004	0,53
	2005	0,59
	2006	0,38
	2007	0,26
	2008	0,59
	2009	0,76
	2010	0,96
	2011	0,7
	2012	1,1
	1975	2,5
	1976	4,03
	1977	6,01
	1978	4,36
	1979	3,16
	1980	2,34
	1981	2,25
	1982	1,06
	1983	1,03
	1984	1,9
	1985	1,82
	1986	1,96
	1987	2,19
	1988	2,66
	1989	2,77
	1990	3,62
	1991	1,62
	1992	1,02
7	1993	1,33
	1994	0,89
	1995	1,09
	1996	0,97
	1997	1,23
	1998	1,02
	1999	1,03
	2000	1,45
	2001	1,76
	2002	1,83
	2003	1,69
	2004	1,68
	2005	0,99
	2006	0,81
	2007	0,78
	2008	0,43
	2009	0,63
	2010	0,59
	2011	1,15

	2012	1,61
6	1978	3,08
	1979	6,17
	1980	4,64
	1981	3
	1982	2,16
	1983	2,75
	1984	2,22
	1985	2,41
	1986	3,51
	1987	3,94
	1988	2
	1989	2,72
	1990	1,19
	1991	2,14
	1992	1,23
	1993	1,57
	1994	0,84
	1995	0,52
	1996	0,65
	1997	1,01
	1998	1,16
	1999	1,13
	2000	1,3
	2001	1,71
2002	0,93	
2003	1,07	
2004	0,8	
2005	0,9	
2006	1,39	
2007	0,86	
2008	1,08	
2009	0,3	
2010	0,34	
2011	0,51	
2012	0,51	
1	1972	4,89
	1973	4,59
	1974	4,98
	1975	3,5
	1976	3,08
	1977	4,07
	1978	3,67
	1979	2,57
	1980	2,47
	1981	2,2
	1982	3,1
	1983	2,2

	1984	2,05
	1985	1,69
	1986	1,84
	1987	1,14
	1988	1,04
	1989	0,72
	1990	0,7
	1991	0,83
	1992	0,99
	1993	1,29
	1994	1,39
	1995	1,19
	1996	1,12
	1997	1,29
	1998	1,06
	1999	0,62
	2000	0,59
	2001	0,77
	2002	1,02
	2003	0,96
	2004	0,53
	2005	0,79
	2006	0,31
	2007	0,04
	2008	0,72
	2009	0,7
	2010	0,39
	2011	0,6
	2012	0,77
9	1965	3,45
	1966	4,61
	1967	4,01
	1968	3,02
	1969	4,38
	1970	3,18
	1971	3,23
	1972	2,73
	1973	2,6
	1974	3,42
	1975	2,79
	1976	3,79
	1977	3,57
	1978	4,61
	1979	4,02
	1980	3,18
	1981	2,49
1982	2,89	
1983	2,6	

	1984	1,58
	1985	1,76
	1986	2,47
	1987	2,16
	1988	2,24
	1989	1,55
	1990	1,16
	1991	1,5
	1992	1,68
	1993	2,07
	1994	2,04
	1995	2,04
	1996	2,1
	1997	1,53
	1998	1,43
	1999	1,75
	2000	2,03
	2001	1,62
	2002	2
	2003	1,57
	2004	1,56
	2005	2,21
	2006	0,78
	2007	1,17
	2008	1,28
	2009	1,51
	2010	1,16
	2011	1,48
	2012	1,65
5	1970	5,75
	1971	4,94
	1972	5,35
	1973	3,57
	1974	5,6
	1975	2,05
	1976	2,92
	1977	3,29
	1978	2,33
	1979	4,02
	1980	3,46
	1981	2,92
	1982	2,09
	1983	1,96
	1984	2,02
	1985	1,21
	1986	1,42
1987	1,09	
1988	1,05	

	1989	0,86
	1990	1,08
	1991	0,84
	1992	0,57
	1993	0,54
	1994	0,46
	1995	1,03
	1996	1,5
	1997	1,65
	1998	2,22
	1999	1,65
	2000	1,78
	2001	1,93
	2002	2,34
	2003	1,4
	2004	1,85
	2005	2,55
	2006	2,51
	2007	1,69
	2008	2,36
	2009	3,02
	2010	1,15
	2011	1,59
	2012	2,35
3	1970	4,41
	1971	5,78
	1972	5,27
	1973	4,44
	1974	4
	1975	3,91
	1976	3,82
	1977	2,35
	1978	3,36
	1979	4,75
	1980	3,56
	1981	3,08
	1982	4,13
	1983	3,83
	1984	2,74
	1985	3,07
	1986	2,54
	1987	2,28
	1988	2,03
	1989	1,76
1990	1,12	
1991	0,01	
1992	1,29	
1993	0,98	

	1994	1,75
	1995	1,79
	1996	1,3
	1997	0,9
	1998	1,12
	1999	0,89
	2000	1,19
	2001	0,91
	2002	0,97
	2003	0,74
	2004	0,89
	2005	1,01
	2006	0,33
	2007	0,42
	2008	0,77
	2009	0,66
	2010	0,76
	2011	0,63
	2012	0,66
	1968	3,15
	1969	4,93
	1970	5,15
	1971	7,31
	1972	4,31
	1973	5,84
	1974	4,15
	1975	4,82
	1976	2,81
	1977	2,64
	1978	3,71
	1979	3,7
	1980	3,81
	1981	3,27
	1982	4,34
	1983	3,95
	1984	4,25
	1985	2,76
	1986	2,54
	1987	2,67
	1988	1,31
	1989	1,31
	1990	0,67
	1991	0,6
	1992	0,87
	1993	1,43
	1994	0,89
	1995	1,47
	1996	2,39
10		

	1997	2,55
	1998	1,52
	1999	0,99
	2000	1,41
	2001	1,58
	2002	1,28
	2003	1,07
	2004	1,15
	2005	1,2
	2006	0,69
	2007	0,63
	2008	0,55
	2009	0,48
	2010	0,43
	2011	0,61
	2012	0,56
2	1968	5,16
	1969	6,22
	1970	4,21
	1971	5,81
	1972	7,24
	1973	5,33
	1974	3,52
	1975	3,08
	1976	4,16
	1977	3,86
	1978	4,84
	1979	2,62
	1980	1,88
	1981	3,7
	1982	3,75
	1983	4,88
	1984	2,3
	1985	2,47
	1986	2,34
	1987	1,93
	1988	1,03
	1989	1,12
	1990	1,4
	1991	1,21
	1992	0,92
	1993	1,93
	1994	1,91
1995	1,74	
1996	2,23	
1997	0,8	
1998	1,31	
1999	1,46	

	2000	1,85
	2001	1,39
	2002	1,44
	2003	1,58
	2004	1,5
	2005	1,92
	2006	1,41
	2007	1,32
	2008	0,76
	2009	1,19
	2010	0,86
	2011	0,6
	2012	0,74
9	1970	2,69
	1971	4,79
	1972	5,72
	1973	3,06
	1974	4,34
	1975	4,06
	1976	2,15
	1977	3,31
	1978	3,93
	1979	4,03
	1980	4,44
	1981	2,84
	1982	3,75
	1983	3,61
	1984	4,05
	1985	2,06
	1986	2,39
	1987	2,53
	1988	2,15
	1989	2,4
	1990	0,94
	1991	0,88
	1992	0,97
	1993	1,43
	1994	3,47
	1995	1,47
	1996	2,34
	1997	1,8
	1998	1,37
	1999	2,09
	2000	2,04
	2001	2,4
	2002	1,92
2003	2,28	
2004	1,85	

	2005	1,32
	2006	2,07
	2007	0,3
	2008	1,3
	2009	1,35
	2010	1,31
	2011	1,12
	2012	1,78
5	1969	3,56
	1970	3,94
	1971	2,76
	1972	1,82
	1973	2,52
	1974	1,21
	1975	1,31
	1976	1,96
	1977	3,32
	1978	4,1
	1979	2,46
	1980	3,2
	1981	3,24
	1982	3,32
	1983	3,66
	1984	3,13
	1985	3,32
	1986	1,86
	1987	3,02
	1988	1,22
	1989	1,9
	1990	1,63
	1991	1,09
	1992	1,26
	1993	0,67
	1994	0,65
	1995	0,93
	1996	1,36
	1997	1,61
	1998	1,6
	1999	1,84
	2000	2,05
2001	1,67	
2002	1,63	
2003	2,04	
2004	1,95	
2005	2,05	
2006	2,33	
2007	1,62	
2008	2,15	

	2009	2,59
	2010	2,25
	2011	2,16
	2012	3,15
2	1971	3,56
	1972	3,62
	1973	5,22
	1974	7,15
	1975	7,8
	1976	4,94
	1977	3,4
	1978	2,31
	1979	4,96
	1980	5,16
	1981	3,65
	1982	4,14
	1983	3,81
	1984	4,43
	1985	3,84
	1986	2,92
	1987	2,22
	1988	2,04
	1989	1,77
	1990	0,9
	1991	0,97
	1992	0,41
	1993	1,26
	1994	0,77
	1995	0,78
	1996	2,02
	1997	1,99
	1998	1,78
	1999	2,29
	2000	1,79
	2001	1,14
	2002	1,48
	2003	1,29
2004	0,98	
2005	1,58	
2006	0,76	
2007	0,78	
2008	0,73	
2009	0,9	
2010	0,82	
2011	0,94	
2012	0,6	
10	1973	2,17
	1974	3,54
	1975	5,64

	1976	6,6
	1977	5,57
	1978	6,59
	1979	5,34
	1980	5,2
	1981	3,3
	1982	3,16
	1983	4,44
	1984	4,58
	1985	3,51
	1986	3,6
	1987	4,81
	1988	4,27
	1989	4,28
	1990	2,82
	1991	2,22
	1992	3,2
	1993	2,95
	1994	1,94
	1995	2,02
	1996	1,83
	1997	2,38
	1998	1,62
	1999	1,52
	2000	1,72
	2001	1,02
	2002	1
	2003	0,8
	2004	0,53
	2005	0,57
	2006	0,92
	2007	0,86
	2008	0,9
	2009	0,65
	2010	0,82
	2011	1,23
	2012	0,77
7	1980	3,75
	1981	4,26
	1982	4,86
	1983	5,59
	1984	5,38
	1985	7,33
	1986	4,67
	1987	5,41
	1988	1,61
	1989	1,7
	1990	2,35
1991	1,99	

	1992	2,35
	1993	2,48
	1994	2,59
	1995	1,84
	1996	1,7
	1997	1,3
	1998	1,53
	1999	0,94
	2000	2,66
	2001	1,54
	2002	1,07
	2003	0,36
	2004	0,99
	2005	1,38
	2006	1,55
	2007	1,02
	2008	1,43
	2009	0,93
	2010	1,25
	2011	0,88
	2012	0,97
3	1995	3,01
	1996	4,09
	1997	4,43
	1998	6,39
	1999	5,62
	2000	5,56
	2001	2,82
	2002	2,39
	2003	2,1
	2004	2,32
	2005	2,58
	2006	3,67
	2007	3,32
	2008	1,68
10	2000	1,54
	2001	3,13
	2002	3,5
	2003	2,34
	2004	2,63
	2005	1,67
	2006	1,61
	2007	2,75
	2008	2,24
	2009	3,52

	2010	2,77
	2011	2,42
	2012	2,12
5	2000	2,84
	2001	2,56
	2002	2,47
	2003	1,26
	2004	1,35
	2005	3,83
	2006	3,11
	2007	3,96
	2008	4,11
	2009	1,81
	2010	2,18
	2011	2,57
	2012	1,95
10	1997	2,26
	1998	1,25
	1999	1,37
	2000	2,03
	2001	3,02
	2002	2,9
	2003	3,91
	2004	2,93
	2005	2,6
	2006	2,3
	2007	1,86
	2008	2,28
	2009	1,51
	2010	1,27
2011	1,69	
2012	1,26	
7	1999	2,61
	2000	2,11
	2001	1,63
	2002	2,07
	2003	1,9
	2004	1,74
	2005	4,21
	2006	2,97
	2007	4,01
	2008	4,47
	2009	2,21
	2010	2,07
	2011	3,04
2012	2,38	
3	1998	2,05
	1999	2,97
	2000	4,52

	2001	3,67
	2002	4,68
	2003	3,96
	2004	5,28
	2005	3,38
	2006	3,23
	2007	2,82
	2008	3,63
	2009	3,36
	2010	2,26
	2011	3,24
	2012	2,75
8	2003	3,4
	2004	2,16
	2005	3,1
	2006	1,12
	2007	2,2
	2008	2,88
	2009	2,18
	2010	3,77
	2011	2,28
	2012	2,98
5	1999	1,82
	2000	2,12
	2001	2,27
	2002	2,81
	2003	2,47
	2004	1,95
	2005	3,32
	2006	1,36
	2007	1,32
	2008	2,81
	2009	1,96
	2010	1,76
	2011	1,81
	2012	1,49
4	1997	2,42
	1998	3,88
	1999	1,46
	2000	2,42
	2001	6,13
	2002	9,24
	2003	4,95
	2004	4,43
	2005	3,58
	2006	3,8
	2007	3,64
	2008	3,24
2009	1,61	

	2010	1,93
	2011	1,69
	2012	1,5
6	1995	2,82
	1996	2,97
	1997	2,47
	1998	3,6
	1999	5,26
	2000	5,62
	2001	5,2
	2002	4,75
	2003	4,24
	2004	4,51
	2005	4,47
	2006	3,68
	2007	1,48
	2008	3,69
	2009	3,84
	2010	2,57
	2011	3,17
	2012	3,42
	8	1999
2000		2,33
2001		4,08
2002		3,9
2003		4,52
2004		4,55
2005		3,58
2006		2,1
2007		1,89
2008		1,43
2009		0,69
2010		1,01
2011		1,36
2012	1,34	
6	1992	1,32
	1993	2,87
	1994	2,3
	1995	3,11
	1996	2,53
	1997	1,73
	1998	2,54
	1999	4,48
	2000	2,99
	2001	5,96
	2002	5,37
	2003	4,57
	2004	4,92
2005	3,93	

	2006	3,2
	2007	5,47
	2008	3,57
	2009	2,33
	2010	3,2
	2011	2,27
	2012	1,34
7	1998	2,54
	1999	1,9
	2000	1,65
	2001	2,06
	2002	4,66
	2003	5,11
	2004	2,41
	2005	1,45
	2006	4,23
	2007	2,75
	2008	1,86
	2009	2,03
	2010	1,56
	2011	3,21
2012	1,6	
1	1996	3,67
	1997	2,41
	1998	1,59
	1999	1,55
	2000	6,02
	2001	7,1
	2002	7,23
	2003	8,41
	2004	3,71
	2005	3,59
	2006	1,95
	2007	1,9
	2008	2,67
	2009	0,86
	2010	1,66
2011	1,89	
2012	1,77	
9	1996	1,94
	1997	0,07
	1998	3,32
	1999	3,24
	2000	2,51
	2001	2,46
	2002	1,86
	2003	4,02
	2004	2,33
	2005	1,57

	2006	2,23
	2007	1,97
	2008	1,62
	2009	2,98
	2010	1,82
	2011	1,68
	2012	1,43
	1997	2,03
	1998	2,13
	1999	2,27
	2000	1,84
	2001	4,22
	2002	3,87
	2003	3,42
	2004	4,9
	2005	5,04
	2006	3,44
	2007	3,53
	2008	3,55
	2009	3,33
	2010	1,87
	2011	2,01
	2012	2,49
2	1993	3,72
	1994	1,86
	1995	3,53
	1996	2,12
	1997	2,6
	1998	2,88
	1999	3,43
	2000	3,15
	2001	3,23
	2002	3,28
	2003	3,75
	2004	3,1
	2005	3,4
	2006	3,14
	2007	3,25
	2008	2,91
	2009	1,96
	2010	2,09
	2011	1,08
	2012	1,82
2	1997	2,11
	1998	5,72
	1999	5,15
	2000	7,36
	2001	4,45
	2002	5,09

	2003	3,35
	2004	4,24
	2005	3,7
	2006	1,82
	2007	2,48
	2008	1,82
	2009	1,3
	2010	0,46
	2011	2,87
	2012	1,34

Распределение площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью по причинам ослабления и гибели на конец 2012 года
(в разрезе лесничеств)

Лесничество	Всего насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью, га	в том числе по причинам ослабления (гибели), га					
		лесные пожары	повреждение насекомыми	неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы	болезни леса	повреждение дикими животными	антропогенные факторы
1	2	3	4	5	6	7	8
Абдулинское	269,5	29,9	0	63,9	170,6	2,5	2,6
Адамовское	855,9	478,2	0	131,9	70,8	0	175
Акбулакское	1611	1144,9	159	307,1	0	0	0
Асекеевское	193,6	62,5	0	15,7	98,2	17,2	0
Беляевское	825,2	621,8	0	189,7	13,7	0	0
Бугурусланское	394,9	37,9	0	212	145	0	0
Бузулукское	983,1	289,3	0	334,5	359,3	0	0
Грачевское	285,9	43,4	138,9	40,5	63,1	0	0
Домбаровское	2342	1116,6	0	1173,3	52,1	0	0
Илекское	693	426,1	0	194,2	72,7	0	0
Кваркенское	3706,3	2807,4	0	544,2	354,7	0	0
Краснохолмское	835	360,5	0	405,5	63,3	0	5,7
Кувандыкское	973,9	771,9	0	156,9	45,1	0	0
Новосергиевское	967,2	876,7	0	17,7	72,8	0	0
Оренбургское	2588,6	1882,3	0	357,5	348,8	0	0
Орское	1007,3	533,5	0	444,6	27,5	0	1,7
Первомайское	1144,8	39	371	50,3	684,5	0	0
Пономаревское	151,5	29,8	0	104,5	17,2	0	0
Сакмарское	63,7	45,9	0	17,8	0	0	0
Саракташское	1095,3	608,9	0	364,2	110,4	6,9	4,9
Северное	407,2	72,3	0	142,2	192,7	0	0
Соль-Илецкое	1219,3	694,1	234,6	290,6	0	0	0
Сорочинское	889	260,2	19	119,1	490,7	0	0
Ташлинское	878,4	361,3	0	343,6	173,5	0	0
Тюльганское	254,2	1,2	0	245,1	7,9	0	0
Чернореченское	232,1	184,2	0	24,5	3,2	0	20,2
Шарлыкское	359,7	55,2	0	212,7	91,8	0	0
Всего	25227,6	13835	922,5	6503,8	3729,6	26,6	210,1

Распределение площади насаждений с нарушенной и утраченной
устойчивостью под воздействием пожаров различной давности
на конец 2012 года (в разрезе лесничеств)

Лесничество	Площадь насаждений с наличием усыхания на конец года, га					В том числе погибшие насаждения			Насаждения с наличием захламленности	
	всего	в том числе по степени усыхания				за текущий год		оставшиеся на корню на конец текущего года, га	площадь, га	запас, дес. м ³
		≤ 4%	4,1-10%	10,1-40%	> 40%	площадь, га	запас, дес. м ³			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Абдулинское	29,9	1	1,2	16,4	11,3	0	0	9,4	0	0
Адамовское	478,2	3,5	2	24,2	448,5	18,2	962,8	446,4	0	0
Акбулакское	1144,9	0	12,5	188,5	943,9	0	0	879	0	0
Асекеевское	62,5	5,8	24	31	1,7	1,7	19,2	1,7	0	0
Беляевское	621,8	0	5	83,6	533,2	152,9	672,8	409	0	0
Бугурусланское	37,9	0	1	11,5	25,4	1,1	18,2	17,2	0	0
Бузулукское	289,3	0	184,1	87,1	18,1	9	162	16,9	0	0
Грачевское	43,4	2,6	20,1	8,7	12	12	90	12	0	0
Домбаровское	1116,6	0	20	32	1064,6	87,4	262,2	895,4	0	0
Илекское	426,1	14	69,2	113,3	229,6	8,3	81,3	214,6	0	0
Кваркенское	2807,4	0	42,8	291,8	2472,8	164,7	2091,7	2386,4	0	0
Краснохолмское	360,5	10,1	37,1	83,7	229,6	45,6	734,2	168,7	0	0
Кувандыкское	771,9	116,9	18,1	220	416,9	89,3	1205,6	332,2	0	0
Новосергиевское	876,7	38	67,3	395,4	376	89,4	554,3	298,8	0	0
Оренбургское	1882,3	0	18,6	853,6	1010,1	92,4	591,4	657,1	0	0
Орское	533,5	8,9	15,6	76,1	432,9	5,6	42,6	368,9	0	0
Первомайское	39	0	0	4,9	34,1	4,9	13,7	34,1	0	0
Пономаревское	29,8	0	6,7	11	12,1	0	0	2,6	0	0
Сакмарское	45,9	7	3,2	33	2,7	0	0	0	0	0
Саракташское	608,9	23	115,9	170,3	299,7	16,8	275,5	158,5	0	0
Северное	72,3	0	14,1	11,4	46,8	7,3	28,5	41,2	0	0
Соль-Илецкое	694,1	6,3	4,4	26,8	656,6	67,1	677,7	629,9	0	0
Сорочинское	260,2	0	0	61,8	198,4	18,4	171,1	128,4	0	0
Ташлинское	361,3	1,7	54,7	106,5	198,4	18,8	203	192,3	0	0
Тюльганское	1,2	0	0	0	1,2	0	0	1,2	0	0
Чернореченское	184,2	0	1	66,3	116,9	28,7	281,3	105,5	0	0
Шарлыкское	55,2	0	21	28,2	6	0	0	6	0	0
Всего	13835	238,8	759,6	3037,1	9799,5	939,6	9139,1	8413,4	0	0

Площади очагов болезней леса по группам на конец 2012 года
(в разрезе лесничеств)

Лесничество	Площадь очагов, га								Итого
	стволовые и комлевые гнили		некрозно-раковые заболевания		сосудистые болезни	бактериальные заболевания	прочие болезни		
	всего	в том числе корневая губка	всего	в том числе рак-серянка			всего	в том числе мучнистая роса	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Абдулинское	84,1	1,3	0	0	0	109	0	0	193,1
Адамовское	0	0	29,8	0	0	50,3	0	0	80,1
Асекеевское	122,6	19,2	0	0	0	11,9	0	0	134,5
Беляевское	0	0	13,7	0	0	0	0	0	13,7
Бугурусланское	164,3	7	0	0	42,8	0	0	0	207,1
Бузулукское	872,4	819,2	0	0	5,5	19,4	0	0	897,3
Грачевское	63,1	59	0	0	0		0	0	63,1
Домбаровское	0	0	70,3	0	0	5,5	0	0	75,8
Илекское	3,8	0	138	0	0	0	0	0	141,8
Кваркенское	0	0	0	0	0	354,7	0	0	354,7
Краснохолмское	2,2	0	101,1	0	0	0	0	0	103,3
Кувандыкское	6,4	0	0	0	0	46,5	0	0	52,9
Новосергиевское	51,7	0,7	17,4	0	0	5,7	0	0	74,8
Оренбургское	222	0	112,7	0	0	14,1	0	0	348,8
Орское	0	0	0	0	0	24,5	0	0	24,5
Первомайское	249,5	0	0	0	435		0	0	684,5
Пономаревское	0	0	0	0	0	17,2	0	0	17,2
Сакмарское	13	0	0	0	0	0	0	0	13
Саракташское	11	0	54,2	0	0	45,6	0	0	110,8
Северное	100,8	61,4	0	0	0	103,6	0	0	204,4
Сорочинское	555,4	381,5	0	0	0	38,9	0	0	594,3
Ташлинское	11,3	0	150,5	0	0	0	0	0	161,8
Тюльганское	7,9	0	0	0	0	0	0	0	7,9
Чернореченское	0	0	0	0	0	3,2	0	0	3,2
Шарлыкское	100,4	0	16	0	0	131,1	0	0	247,5
Всего	2641,9	1349,3	703,7	0	483,3	981,2	0	0	4810,1

Площади очагов болезней леса по видам на конец 2012 года
(в разрезе лесничеств)

Лесничество	Площадь очагов, га								
	Корневая губ-ка	Бактериальные заболевания березы	Трутовик ложный осиновый	Мокрый язвенно-сосудистый рак тополя	Трутовик настоящий	Рак черный тополя и осины	Голландская болезнь	Раневый рак ели	Трутовик ложный дубовый
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Абдулинское	1,3	109	71,9	0	0	0	0	0	10,9
Адамовское	0	0	0	29,8	0	50,3	0	0	0
Акбулакское	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Асекеевское	19,2	9,8	12,3	0	0	0	0	2,1	91,1
Беляевское	0	0	0	13,7	0	0	0	0	0
Бугурусланское	7	0	68,8	0	0	0	42,8	0	88,5
Бузулукское	819,2	19,4	53,2	0	0	0	5,5	0	0
Грачевское	59	0	4,1	0	0	0	0	0	0
Домбаровское	0	5,5	0	70,3	0	0	0	0	0
Илекское	0	0	0	138	3,8	0	0	0	0
Кваркенское	0	354,7	0	0	0	0	0	0	0
Краснохолмское	0	0	0	101,1	2,2	0	0	0	0
Кувандыкское	0	46,5	6,4	0	0	0	0	0	0
Новосергиевское	0,7	5,7	42,1	17,4	8,9	0	0	0	0
Оренбургское	0	14,1	0	112,7	0	0	0	0	222
Орское	0	17,2	0	0	0	24,5	0	0	0
Первомайское	0	0	249,5	0	0	0	435	0	0
Пономаревское	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сакмарское	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Саракташское	0	45,6	0	54,2	0	0	0	0	11
Северное	61,4	103,6	38,2	0	0	0	0	0	1,2
Соль-Илецкое	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сорочинское	381,5	38,9	173,9	0	0	0	0	0	0
Ташлинское	0	0	11,3	150,5	0	0	0	0	0
Тюльганское	0	0	7,9	0	0	0	0	0	0
Чернореченское	0	3,2	0	0	0	0	0	0	0
Шарлыкское	0	124,1	20,9	16	23	7	0	0	56,5
Всего	1349,3	897,3	760,5	703,7	37,9	81,8	483,3	2,1	494,2

Результаты проведения истребительных мероприятий в очагах листо- и
хвоегрызущих филлофагов на территории Оренбургской области

Год	Лесничество	Вид вредителя	Объем	Препарат	Техническая эффективность, %
2014	Ташлинское	Звездчатый пилильщик-ткач	116,8	Димилин, СП	90
2014	Сорочинское	Звездчатый пилильщик-ткач	76,2	Димилин, СП	91
2014	Соль-Илецкое	Звездчатый пилильщик-ткач	751,1	Димилин, СП	90
2014	Первомайское	Звездчатый пилильщик-ткач	870,3	Димилин, СП	91
2014	Домбаровское	Звездчатый пилильщик-ткач	43,4	Димилин, СП	91
2014	Акбулакское	Звездчатый пилильщик-ткач	53	Димилин, СП	94
2012	Абдулинское	Непарный шелкопряд	10146,6	Лепидобактерицид, Ж	78
2012	Абдулинское	Непарный шелкопряд	1076,7	Таран, ВЭ	91
2012	Адамовское	Звездчатый пилильщик-ткач	150,7	Димилин, СП	92
2012	Акбулакское	Звездчатый пилильщик-ткач	106	Димилин, СП	90
2012	Асекеевское	Непарный шелкопряд	3031,7	Лепидоцид, СК	80
2012	Асекеевское	Непарный шелкопряд	1130,3	Таран, ВЭ	90
2012	Бугурусланское	Непарный шелкопряд	11012	Лепидоцид, СК	76
2012	Бугурусланское	Непарный шелкопряд	15926,6	Таран, ВЭ	91
2012	Краснохолмское	Непарный шелкопряд	317,3	Таран, ВЭ	93
2012	Краснохолмское	Непарный шелкопряд	50	Лепидоцид, СК	78
2012	Кувандыкское	Непарный шелкопряд	6134,1	Таран, ВЭ	91
2012	Кувандыкское	Непарный шелкопряд	7978,1	Лепидоцид, СК	75
2012	Новосергиевское	Рыжий сосновый пилильщик	247,4	Димилин, СП	91
2012	Первомайское	Рыжий сосновый пилильщик	967,4	Таран, ВЭ	91
2012	Первомайское	Звездчатый пилильщик-ткач	366,8	Димилин, СП	91
2012	Пономаревское	Непарный шелкопряд	6939,3	Лепидобактерицид, Ж	85
2012	Пономаревское	Рыжий сосновый пилильщик	424,6	Таран, ВЭ	91
2012	Северное	Непарный шелкопряд	762,5	Таран, ВЭ	91
2012	Соль-Илецкое	Звездчатый пилильщик-ткач	244	Димилин, СП	90
2012	Ташлинское	Звездчатый пилильщик-ткач	56	Димилин, СП	90
2012	Шарлыкское	Непарный шелкопряд	510,6	Таран, ВЭ	93

