

На правах рукописи



МИХАЙЛОВ РОМАН АНАТОЛЬЕВИЧ

**ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ СРЕДНЕЙ И НИЖНЕЙ ВОЛГИ**

Специальность 03.02.08 – экология (биология) (биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Тольятти 2015

Работа выполнена в лаборатории популяционной экологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экологии Волжского бассейна Российской академии наук (ИЭВБ РАН)

Научный руководитель: Евланов Игорь Анатольевич, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии Волжского бассейна РАН, заведующий лабораторией популяционной экологии (г. Тольятти)

Официальные оппоненты: Винарский Максим Викторович, доктор биологических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный педагогический университет», н.с. отдела организации и планирования научно-исследовательских работ (г. Омск)

Мельникова Анна Валерьевна, кандидат биологических наук, Государственное бюджетное учреждение Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, с.н.с. лаборатории гидробиологии (г. Казань)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Биолого-почвенный институт ДВО РАН (г. Владивосток)

Защита диссертации состоится 19 января 2016 г. в 11⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 002.251.02 при Институт экологии Волжского бассейна РАН по адресу: 445003, Россия, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Комзина, 10.
Тел. 8(8482)489-977; факс: 8(8482)489-504.
E-mail: ievbras2005@mail.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке Институт экологии Волжского бассейна РАН и на официальном сайте www.ievbras.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2015 года

Ученый секретарь диссертационного совета



Маленев А.Л.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования.

В современных условиях деструкции природных экосистем сохранение биоразнообразия является основной экологической проблемой. Успех ее решения зависит от полноты изученности биоты конкретных регионов с целью принятия адекватных мер по сохранению видов, оценке изменений видового состава под влиянием природных или антропогенных факторов (Шихова, 2004).

Пресноводные моллюски – один из важнейших компонентов водных экосистем (Старобогатов, 1994). В водоемах являются природными биофильтрами, очищающие воду от взвешенных веществ (Паньков, Шадрин, Алексеевнина, 1996; Монаков, 1998; Vaughn, Nakenkamp, 2001). Фильтрационная активность моллюсков способствует перемешиванию воды в придонных слоях, вследствие чего улучшается кислородный режим (Протасов, 2006.). Моллюски являются постоянным компонентом в пищевой цепи многих видов рыб, в том числе имеющих важное промысловое значение, а также поедаются водоплавающей птицей и другими водными животными (Алимов, 1981; Казанцева, 2006).

Малая подвижность моллюсков, достаточно стабильные фаунистические группировки и корреляционная зависимость качественного и количественного состава от степени загрязнения, позволяет использовать их в качестве биоиндикатора условий в экосистеме (Руководство..., 1992; Лешко, 1998; Баканов, Законов, Литвинов, 2006; Щербина, 2007).

До недавнего времени на обширной территории Средней и Нижней Волги, моллюски оставались одной из самых малоизученных групп беспозвоночных животных (Старобогатов, 1970; 1986). Малакофаунистические исследования до середины XX в. проводились лишь на р. Волга. Сведения о видовом составе моллюсков остальной территории Волжского бассейна были весьма отрывочны (Паллас, 1773; Бенинг, 1924, Жадин, 1952 и др.).

Актуальность исследования моллюсков подтверждается тем, что оценка происходящих изменений видового состава возможна на основе анализа большого фактического материала, собранного в разнотипных водоемах.

Цель работы: исследование современного состава, экологических особенностей и закономерностей распространения малакофауны в разнотипных водоемах Средней и Нижней Волги.

Задачи исследования:

1. Выявить современный таксономический состав моллюсков в разнотипных водоемах и водотоках региона;
2. Определить экологические и биогеографические закономерности распределения малакофауны;
3. Проанализировать сезонную, межгодовую и пространственную динамику численности и биомассы моллюсков разнотипных водоемов;
4. Определить основные экологические факторы, влияющие на развитие малакофауны;
5. Выявить современное распространение чужеродных моллюсков в водоемах и водотоках региона Средней и Нижней Волги.

Научная новизна работы.

Выявлен современный таксономический состав пресноводных моллюсков региона, включающий 130 видов, из которых 43 впервые найдены для территории региона. Уточнены границы ареалов ряда редких и чужеродных видов моллюсков. Приведена подробная биогеографическая характеристика распределения малакофауны в разнотипных водоемах. Выявлены экологические особенности формирования видового состава и обилия моллюсков в зависимости от гидрофизических, гидрологических и гидрохимических параметров различных водоемов и водотоков региона.

Теоретическая значимость. Полученные данные существенно дополнили список регионального пула видов и улучшили сведения об области распространения популяций пресноводных моллюсков.

Практическая значимость. Результаты проведенных исследований могут быть использованы для мониторинга различных водных экосистем на фоновых и импактных территориях и прогнозирования степени загрязнения водных экосистем, используя показатели макрозообентоса. Полученные сведения позволяют выявить уязвимые виды моллюсков и рекомендовать их для занесения в региональную Красную книгу, осуществлять постоянный контроль состояния популяций этих видов. Использовать показатели численности и биомассы моллюсков для прогнозирования кормовой базы рыб и рыбопродуктивности бассейнов Средней и Нижней Волги, а также для оценки ущерба водным биологическим ресурсам от различных видов гидромеханизированных работ (дноуглубление, берегоукрепление и т. п.).

Связь работы с научно-исследовательскими программами и темами. Работа выполнена в лаборатории популяционной экологии в ходе плановых НИР ИЭВБ РАН по теме: «Влияние чужеродных видов гидробионтов (зоопланктон, рыбы, паразиты рыб) на структурно-функциональную организацию экосистем Средней и Нижней Волги», а также при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Особенности экологии и динамики чужеродных видов гидробионтов (зоопланктон, зообентос, рыбы, паразиты рыб) в водоемах Средней и Нижней Волги» и «Влияние чужеродных видов на динамику и функционирование биоразнообразия».

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Малакофауне региона свойственно высокое видовое богатство, обусловленное наличием большого числа разнотипных водных объектов и их биотопическим разнообразием.

2. Таксономическая структура моллюсков региона характеризуется высоким разнообразием филогенетических ветвей и иерархической выровненностью.

3. Оценка влияния более 20 экологических факторов среды, на распределение и развитие моллюсков в разнотипных водоемах региона показала, что наиболее важными являются: температура воды, скорость течения, уровень воды, площадь зарастания макрофитами и тип грунта.

4. Чужеродные виды моллюсков, проникшие в водоемы региона, расширяют границы ареалов.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы представлены и обсуждены на конференциях: Международной молодежной научной

конференции «Актуальные проблемы экологии Волжского бассейна» (Тольятти, 2013; 2015); Международная научно-практическая конференция «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики» (Тольятти, 2014); Международная школа-конференция «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана» (Борок, 2014); Международная научно-практическая конференция «Наука и образование в XXI веке» (Тамбов, 2014); Шестые Любимцевские чтения, 11-й Всероссийский популяционный семинар и Всероссийский семинар «Гомеостатические механизмы биологических систем» с общей темой «Проблемы популяционной экологии» (Тольятти, 2015).

Публикации результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 1 в изданиях, входящих в международную базу данных научного цитирования Scopus.

Декларация личного участия автора. Автором лично осуществлен комплекс полевых исследований, анализ и обобщение полученных собственных и литературных материалов по теме, включая статистическую обработку. Формулировка основных положений и написание текста диссертации выполнены автором по плану, согласованному с научным руководителем.

Объем и структура диссертации.

Работа изложена на 188 страницах, состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы (207 источников, из которых 36 на иностранных языках), одного приложения. Содержит 13 таблиц и 51 рисунок.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность своему научному руководителю д.б.н., проф. И.А. Евланову за поддержку и помощь в процессе работы над диссертацией.

Искренняя благодарность члену-корреспонденту РАН В.В. Богатову (БПИ ДВО РАН); к.б.н. П.В. Кияшко (ЗИН РАН, г. Санкт-Петербург) за помощь в определении видовой принадлежности моллюсков, ценные консультации, советы и замечания; Л.Л. Ярохнович (ЗИН РАН) за чуткое отношение и помощь в работе с музейными коллекциями.

Выражаю благодарность администрации ИЭВБ РАН в лице члену-корреспонденту РАН Г.С. Розенберга и ученого секретаря, к.б.н., В.Ф. Феоктистова за содействие в выполнении научных исследований; сотрудникам стационара «Кольцовский»; научным сотрудникам лабораторий ИЭВБ РАН: популяционной экологии, экологии простейших и микроорганизмов, экологии малых рек, мониторинга водных объектов.

Признателен частному благотворительному фонду культурных инициатив «Фонд Михаила Прохорова» за помощь в стажировке в ведущих научных учреждениях страны.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для диссертационной работы послужили собственные результаты исследований малакофауны разнотипных водоемов и водотоков Средней и Нижней Волги в 2012–2014 гг. За весь период нами было отобрано и обработано 409 качественных и количественных проб. Карта-схема исследуемых водных объектов Средней и Нижней Волги с указанием станций отбора проб показана на рис. 1.

При анализе материала использовали следующие показатели: частота встречаемости видов (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003); индекс видового разнообразия (Шеннон, 1963); коэффициент сходства Чекановского-Серенсена (Czekanowski, 1909; Sørensen, 1948).

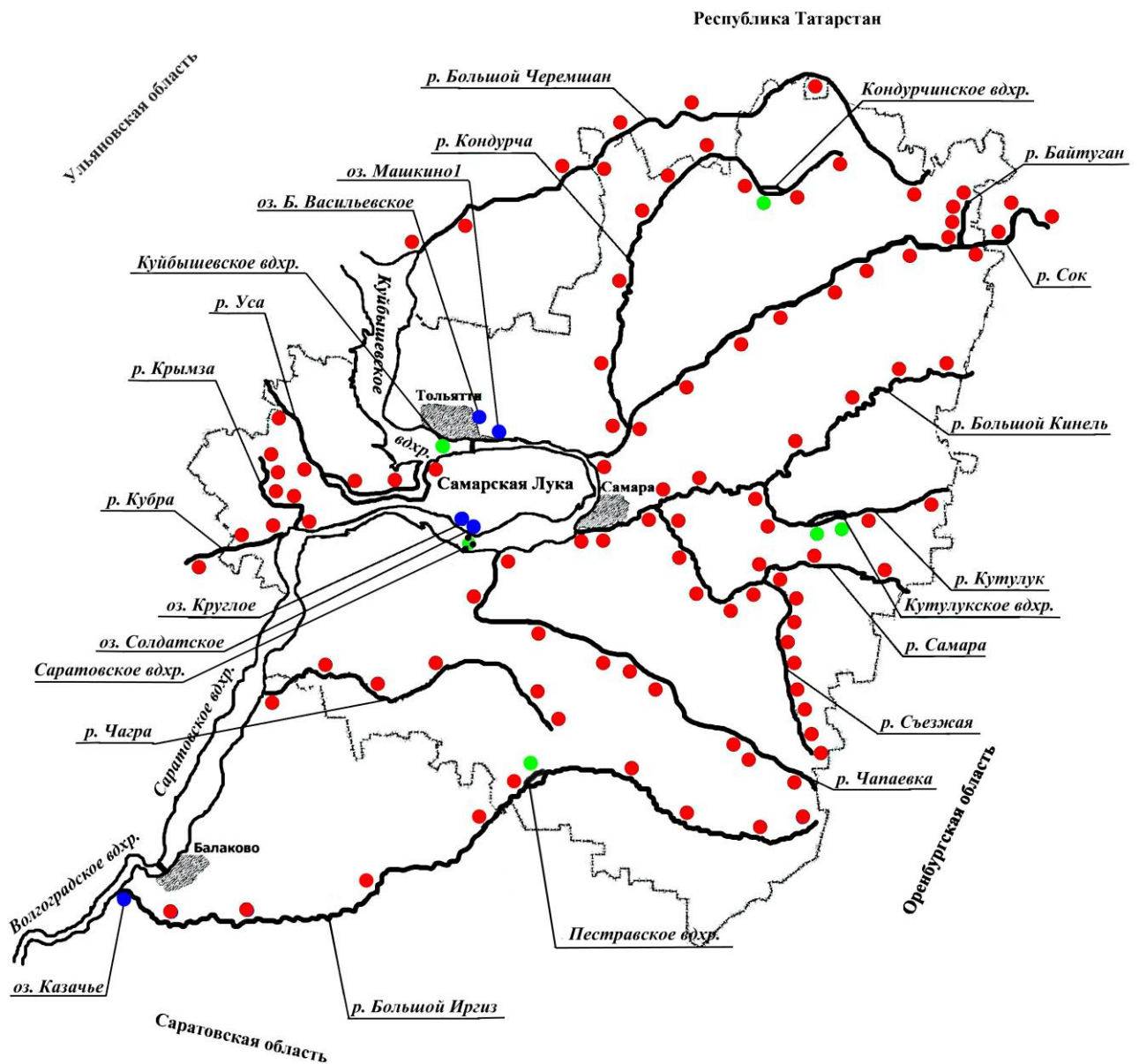


Рис. 1. Карта-схема водоемов Средней и Нижней Волги с указанием станций сбора проб. ● - станции отбора проб на водохранилищах; ● - станции отбора проб на реках; ● - станции отбора проб в озерах.

Для определения зависимости показателей видового разнообразия от выборочного усилия использовали различные алгоритмы рандомизации: Jackknife 2, Chao 2, Bootstrap (Burnham, Overton, 1978; Smith, Belle, 1984; Chao, 1984; 1987). Многомерный статистический анализ структуры таксономического разнообразия малакоценоза от ожидаемого уровня выполнен с использованием индексов таксономической отличительности AvTD ($\Delta+$) и VarTD ($\Lambda+$). (Warwick, Clarke, 2001; Петров, Неврова, 2004; Неврова, 2013).

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ

Исследования проводили на 24 разнотипных водоемах и водотоках Средней и Нижней Волги: в крупных (Куйбышевское (Приплотинный плес), Саратовское (Средний плес)) и малых (Кутулукское, Кондурчинское, Пестравское) водохранилищах; в озерах: Круглое, Солдатское, Машкино 1, Большое Васильевское, Казачье; в 8 средних (Сок, Кондурча, Б. Черемшан, Самара, Б. Кинель, Чапаевка, Б. Иргиз, Чагра) и 6 малых (Байтуган, Съезжая, Уса, Кубра, Крымза, Кутулук) реках.

Изученные водоемы и водотоки характеризуются различными комплексами биотических и абиотических условий, что позволило нам охватить при изучении наибольший состав малакофауны.

ГЛАВА 3. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ МОЛЛЮСКОВ РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМОВ

В главе представлена история изучения фауны моллюсков Средней и Нижней Волги, начиная от исследований П. С. Палласа (1773 г.) до настоящего времени.

В составе фауны пресноводных моллюсков разнотипных водоемов и водотоков региона зарегистрировано 130 видов, из которых 43 найдены впервые для региона (в наших исследованиях обнаружено 113, а 17 видов найдены ранее другими авторами, нами не зарегистрированы). К числу наиболее широко распространенных (частота встречаемости $>50\%$) таксонов относятся моллюски: *Viviparus viviparus* (88%); *Lymnaea auricularia* (83); *L. stagnalis*, *Bithynia tentaculata* (79); *Unio pictorum* (75); *Colletopterum piscinale* (71); *Anisus albus*, *Cincinna piscinalis* (67); *U. rostratus*, *Dreissena polymorpha* (63); *L. ovata* (58); *Euglesa fossarina*, *Henslowiana dupuiana* (54). Редкими видами моллюсков являются 18 (частота встречаемости $<10\%$). Сравнительный анализ видового состава на уровне семейств показывает, что наибольшее видовое богатство характерно для сем. *Euglesidae* – 23 и *Planorbidae* – 21, число видов в остальных семействах не превышает 16.

Для оценки степени изученности малакофауны региона и выявления числа «скрытых» видов, в зависимости от выборочного усилия, были построены кривые накопления видов (рис. 2). Объем собранных нами данных позволяет говорить о разумно устойчивом приближении к пулу видов региона, который, как установлено с использованием непараметрических методов статистики (по сбалансированной стратегии Chao 2), составляет 130 таксонов. Таким образом, этот показатель полностью совпадает с числом эмпирически найденных нами и другими авторами видов моллюсков на исследуемой территории Средней и Нижней Волги.

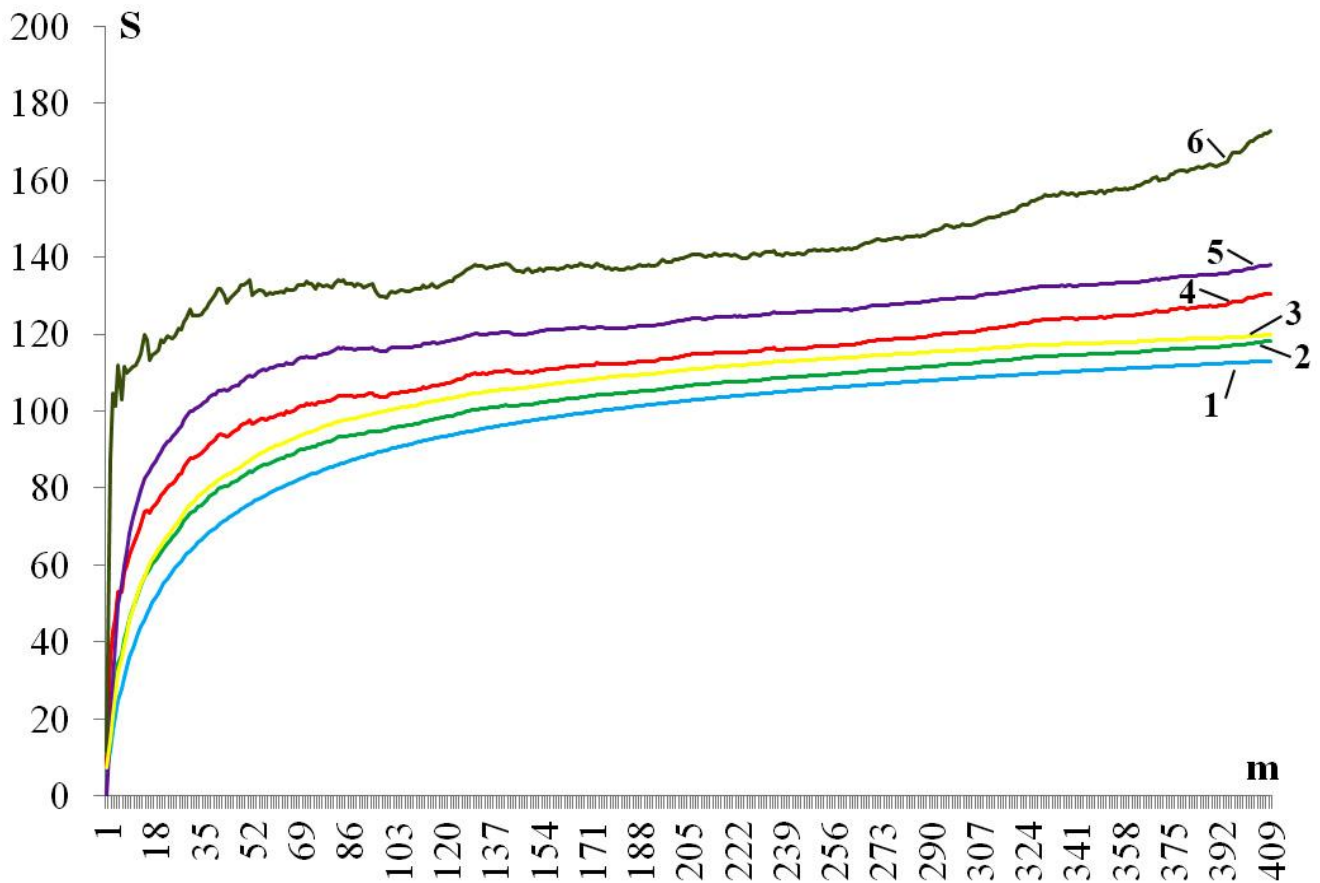


Рис. 2. Экстраполяция видового богатства (S) сообщества моллюсков Средней и Нижней Волги. Цифрами отмечены асимптотические кривые, построенные в зависимости от выборочного усилия (m) различными непараметрическими методами: 1. разрежение Колуэлла-Мао; 2. алгоритм Chao 2 95% min; 3. алгоритм Bootstrap; 4. алгоритм Chao 2; 5. алгоритм Jackknife 2; 6. алгоритм Chao 2 95% max.

Оценив количество выборочного усилия и число найденных видов, позволяет полагать, что минимальное число мониторинговых проб для получения максимального общего видового богатства региона составляет 60.

Анализ разнообразия ценоза моллюсков проведен с использованием индекса таксономической отличительности (TaxD) (Warwick, Clarke, 1998). Состав малакофауны почти всех исследуемых водоемов входит в 95% доверительную воронку, что позволяет охарактеризовать структуру малакоценозов как иерархически выровненную и близкую по вертикальной архитектонике, наряду с высокой степенью вариабельности (рис. 3). Исключение составляют несколько водоемов и рек, имеющих незначительное отклонение от среднего таксономического разнообразия (оз. Солдатское, оз. Машкино 1, р. Байтуган), связанное с особенностями их абиотических условий. Это обусловлено низкой степенью выравненности их таксономической структуры.

Для интерпретации причин, в наибольшей степени влияющих на различия в показателях таксономической отличительности пресноводных моллюсков, нами построена циклограмма иерархического древа малакофауны. Установлено, что основная часть таксономического древа малакофауны региона представлена поливидовыми ветвями, наличие моновидовых ветвей в сообществах моллюсков различных водоемов значительно увеличивают индекс таксономической

отличительности ($\Delta+$). При исчезновении таких таксонов теряется целая филогенетическая ветвь, поэтому их сохранение имеет важное значение (Петров, Неврова, 2004; Неврова, 2013).

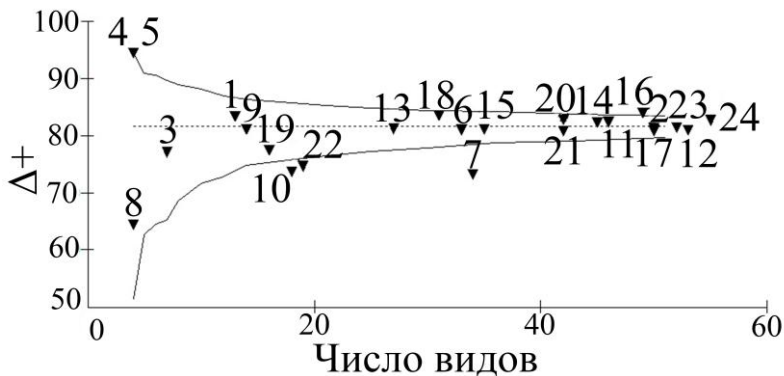


Рис. 3. Вероятностная воронка (95%) для значений $\Delta+$, на основе общего списка видов. Пунктирная линия показывает ожидаемое среднее таксономическое разнообразие.

1. Приплотинный плес (Куйбышевское водохранилище); 2. Средний плес (Саратовское водохранилище); 3. Кутулукское водохранилище; 4. Кондурчинское водохранилище; 5. Пестравское водохранилище; 6. оз.

Круглое; 7. оз. Солдатское; 8. оз. Казачье; 9. оз. Б. Васильевское; 10. оз. Машкино 1; 11. р. Б. Черемшан; 12. р. Кондурча; 13. р. Уса; 14. р. Б. Кинель; 15. р. Кутулук; 16. р. Самара; 17. р. Съезжая; 18. р. Чагра; 19. р. Кубра; 20. р. Крымза; 21. р. Сок; 22. р. Байтуган; 23. р. Чапаевка; 24. р. Б. Иргиз.

ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЛЛЮСКОВ В РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМАХ И ВОДОТОКАХ

В главе проведен сравнительный анализ таксономического состава малакофауны водных объектов региона. Установлено, что наибольшим видовым богатством отличаются реки, где в донных сообществах и зарослях макрофитов выявлено 98 видов моллюсков. Это связано с гидрологическими особенностями различных участков рек. Наибольшее число видов (56) отмечено в р. Сок с «естественным режимом регулирования, низкой антропогенной нагрузкой и высокой гидродинамикой водных масс» (Особенности пресноводных экосистем..., 2011) (рис. 4). Исключительно в реках зарегистрировано 37 таксонов, из которых 16 относятся к числу редких для региона, что является особенностью речной малакофауны. Общих видов для всех водотоков не зарегистрировано. Наибольшую встречаемость имеют: *Lymnaea auricularia*, *Unio pictorum* (93%), *L. stagnalis*, *Bithynia tentaculata*, *Viviparus viviparus*, *U. rostratus*, *Rivicoliana rivicola* (86), *L. ovata*, *Anisus albus*, *Cincinna piscinalis*, *Colletopterum piscinale*, *Dreissena polymorpha*, *Pisidium amnicum*, *P. inflatum*, *Henslowiana dupuiana* (79).

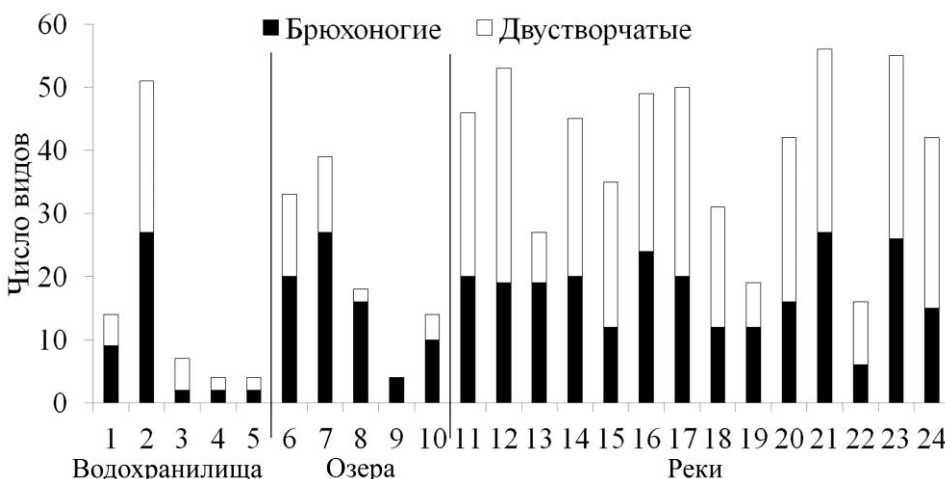


Рис. 4. Соотношение числа видов в классах моллюсков различных водоемов и водотоков. Цифрами обозначены водоемы (см. рис. 3).

В составе фауны моллюсков исследованных водохранилищ зарегистрировано 57 видов, из которых наибольшее количество таксонов (51) отмечено в Среднем плесе Саратовского водохранилища, что обусловлено разнообразием его гидрологических и биотопических условий (рис. 4). Общих для всех водохранилищ видов зарегистрировано не было. Наибольшую встречаемость имеют *D. polymorpha* (80%), *V. viviparus* (80), *B. tentaculata* (60).

В озерах региона отмечено 57 видов. Таксономически наиболее разнообразна (39 видов) фауна моллюсков оз. Солдатское, имеющее постоянную связь с Саратовским водохранилищем (рис. 4). Только в озерах нами были встречены *Lymnaea danubialis*, *Anisus septemgyratus*, *Segmentina nitida*. Во всех исследованных озерах зарегистрированы *L. auricularia*, *L. stagnalis*, *Planorbarius purpura*, *V. viviparus*.

Методом многомерного неметрического шкалирования, на основе результатов индекса Чекановского-Серенсена, выделено 3 пространственные группировки (кластера) водоемов (рис. 5). В первый (речной) кластер вошли все исследованные реки и Средний плес Саратовского водохранилища (сходство между водоемами в этом кластере изменялось от 29 до 72%). Объединение Саратовского водохранилища в один кластер с реками обусловлено его принадлежностью к водоему транзитного типа, на основном протяжении которого сохранились условия, характерные для рек. Второй (озерный) включает все исследованные озера и р. Уса (от 12 до 60%), в нижнем течении которой образуется протяженный залив. Здесь сформировано большое число рефугиумов, где сохраняется лимнофильная фауна. Третий кластер (водохранилищный) включает остальные исследованные нами водохранилища (сходство от 0 до 40%).

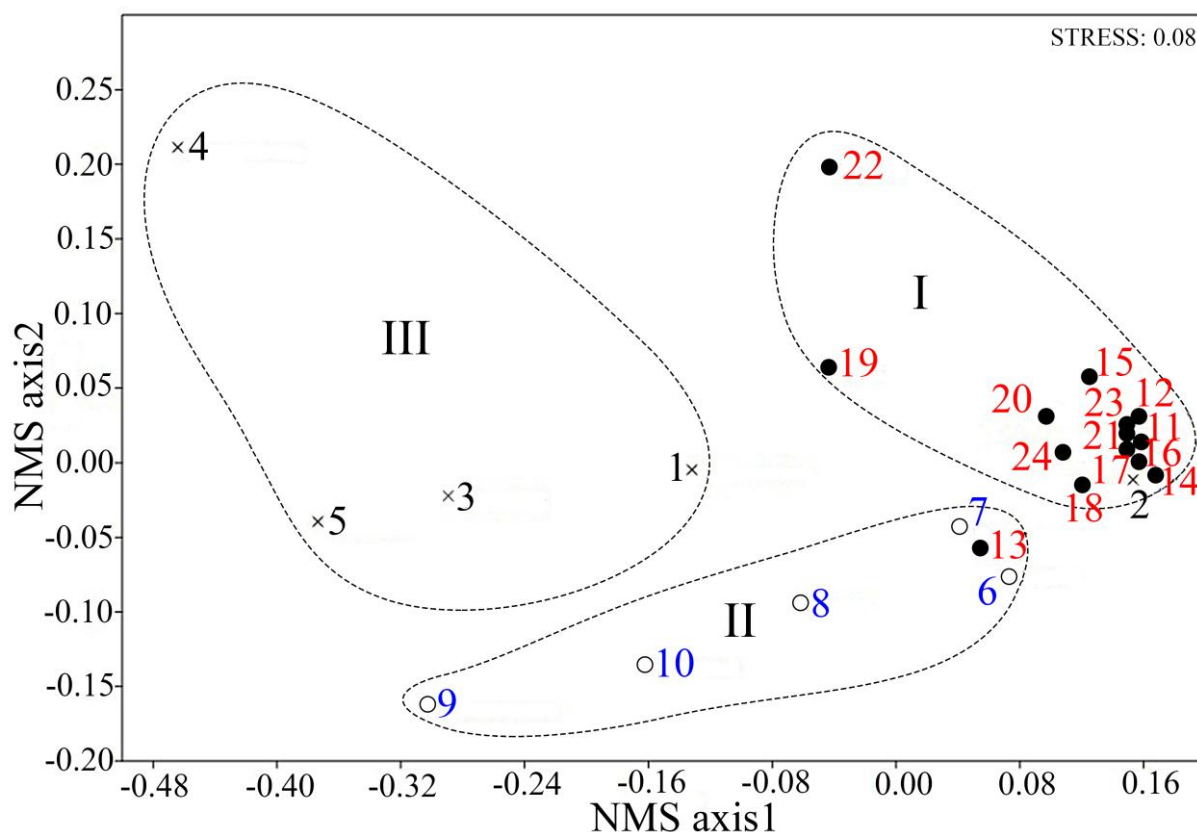


Рис. 5. Ординация методом неметрического многомерного шкалирования водных объектов. Римские цифры – номера кластеров. ■ – реки; x – водохранилища; ● – озера. Цифрами обозначены водоемы (см. рис. 3).

ГЛАВА 5. СЕЗОННАЯ И МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЛИЧЕСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ СООБЩЕСТВ МАЛАКОФАУНЫ РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ СВЯЗЬ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

В результате наблюдений за развитием сообществ моллюсков в Приплотинном плесе Куйбышевского водохранилища установлено, что в период исследований состав доминирующего комплекса видов не менялся и динамику количественных показателей моллюсков определяли *Lithoglyphus naticoides*, *Dreissena polymorpha*, *D. bugensis* (частота встречаемости в пробах 100%). Минимальные показатели численности и биомассы отмечались весной и осенью, максимальные – в конце лета (август) (8263 экз./м² и 580.01 г/м² соответственно). Исключение составил 2014 г., когда при более низкой температуре воды в мае (на 8°С ниже, чем в предыдущие годы) пик развития моллюсков сместился с августа на сентябрь. Средние межгодовые показатели численности и биомассы малакофауны, несмотря на большой разброс максимальных и минимальных значений в различные месяцы вегетационного периода, были достаточно близки и находились в пределах 1829–3796 экз./м² по численности, 138.33–363.93 г/м² по биомассе (рис. 7).

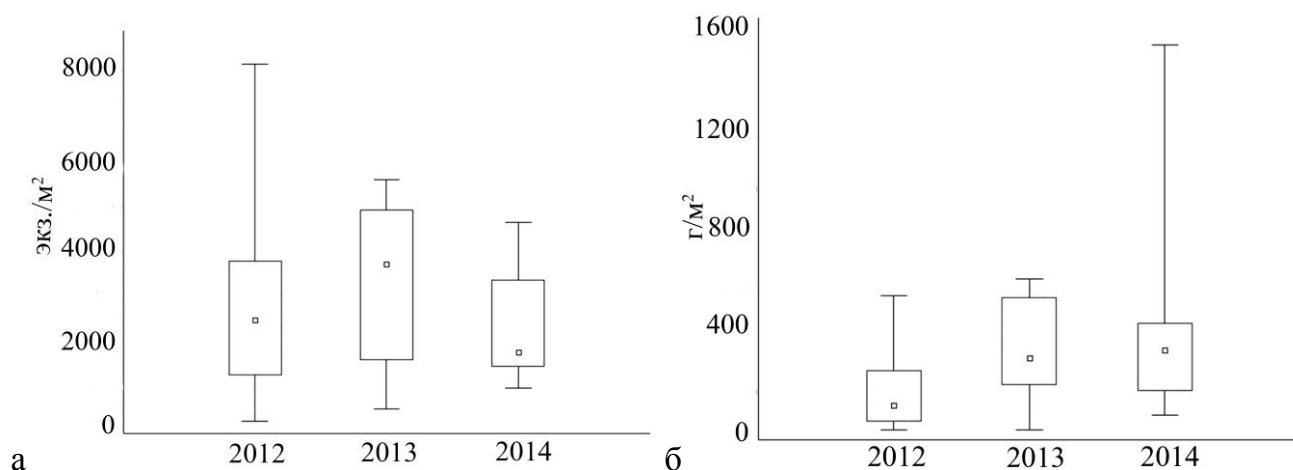


Рис. 7. Межгодовая динамика численности (а) и биомассы (б) моллюсков Приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища 2012–2014 гг.

Анализ сезонной динамики сообществ моллюсков в Среднем плесе Саратовского водохранилища в различные годы показал существенные различия в составе доминирующих видов и показателях их количественного развития. Так, в период наших исследований в литорали Саратовского водохранилища динамику численности и биомассы моллюсков у левого берега определяли *Lymnaea auricularia*, *Lithoglyphus naticoides*, *Viviparus viviparus*, у правого берега – *L. auricularia*, *L. intermedia*, *L. fragilis*, *L. fontinalis*, *V. viviparus*. Наиболее высокие показатели количественного развития приходились на летний период (численность – до 156 экз./м², биомасса – до 72.85 г/м²), минимальные значения были отмечены весной и осенью. Средние показатели численности и биомассы моллюсков в исследованные годы оставались достаточно стабильными и у левого берега находились в диапазоне 6 экз./м²–13 экз./м², 2.69 г/м²–6.35 г/м² соответственно; у правого – 14–42 экз./м², 17.23–22.08 г/м² (рис. 8). Изменение количественных

показателей развития моллюсков на русле определялись двумя представителями класса двустворчатых (частота встречаемости в пробах 100%) – *D. polymorpha*, *D. bugensis*. Максимальные показатели численности и биомассы моллюсков приходились на июль (574 экз./м² и 780.11 г/м² соответственно), начиная с августа количественные показатели снижались и минимальные их значения регистрировались осенью. Пределы изменения максимальных и минимальных показателей численности и биомассы моллюсков в различные месяцы вегетационного периода были достаточно велики, а средние показатели в исследованные года имели более стабильные значения 201–393 экз./м², 238.97–365.12 г/м² соответственно (рис. 8).

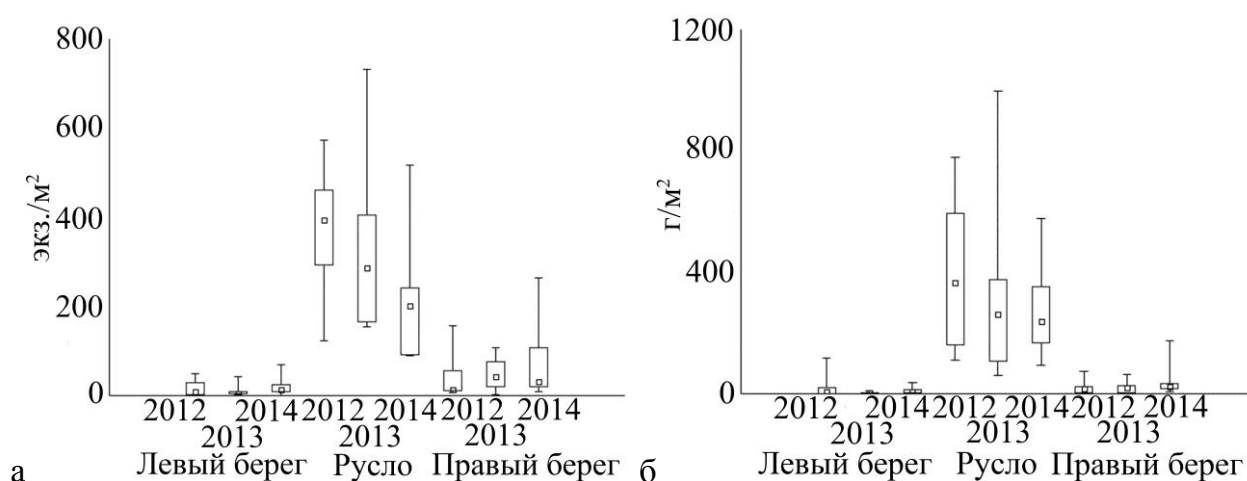


Рис. 8. Межгодовая динамика численности (а) и биомассы (б) моллюсков на различных станциях Среднего плеса Саратовского водохранилища 2012–2014 гг.

Сезонная динамика количественных показателей моллюсков в различные годы в оз. Круглое определялась развитием *Planorbis planorbis*, *Anisus vortex*, *Bithynia tentaculata*, *Viviparus viviparus*, *Colletopterum piscinale*, *C. nilssonii*, в оз. Солдатское – *Lymnaea auricularia*, *A. vortex*, *B. tentaculata*, *V. viviparus*, *Unio pictorum*, *C. piscinale*, *C. nilssonii*. Состав доминирующего комплекса видов в течение трех лет исследований не менялся. Пик количественного развития малакофауны отмечался в первой половине лета (124 экз./м², 120.48 г/м²), минимальные показатели регистрировались весной и осенью. Численность и биомасса малакофауны, несмотря на большой разброс точек экстремумов, были достаточно близки. Средние значения изменялись также в небольших пределах в оз. Круглое численность составила 60–105 экз./м², биомасса – 65.96–135.94 г/м²; в оз. Солдатское – 28–64 экз./м², 66.71–104.07 г/м² (рис. 9).

Пространственная динамика малакофауны рек была рассмотрена нами на примере р. Сок, характеризующейся естественным гидрологическим режимом и слабой антропогенной нагрузкой. В составе фауны р. Сок зарегистрировано 56 видов моллюсков, среди которых преобладают представители класса двустворчатых – 52% от общего состав фауны.

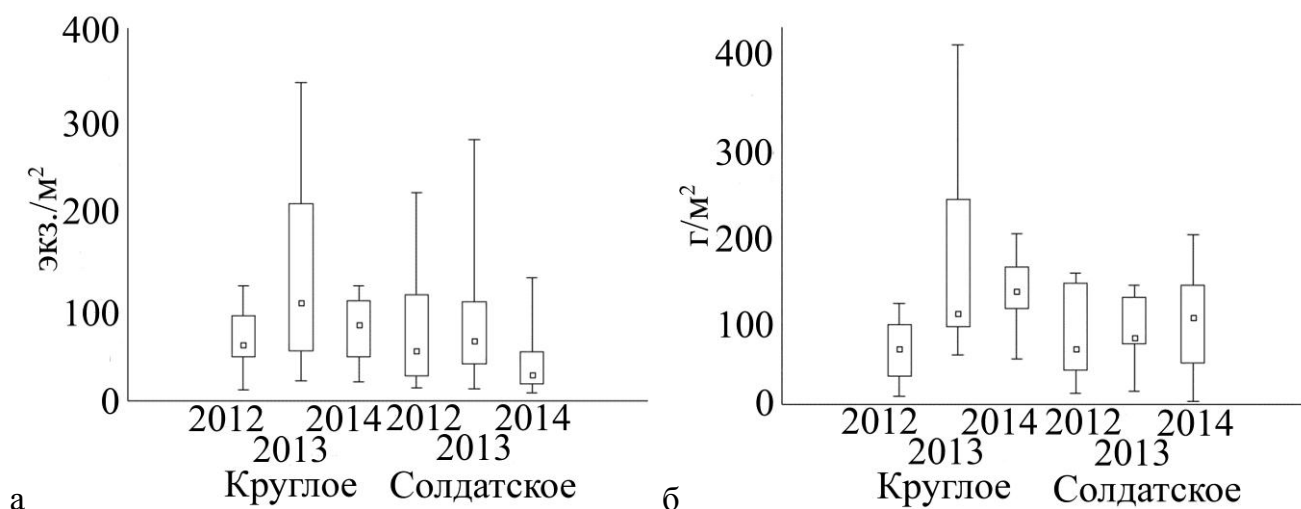


Рис. 9. Межгодовая динамика численности (а) и биомассы (б) моллюсков в оз. Круглое и Солдатское 2012–2014 гг.

Установлено, что таксономическое богатство малакофауны на различных участках р. Сок отличается незначительно: в верхнем течении отмечено 30 видов, в среднем – 28, в нижнем – 31 вид моллюсков. Особенности фауны моллюсков различных участков реки проявляются на уровне доминирующих видов. Так, в верховьях, где скорость течения в летнюю межень достигает 1 м/с, по численности доминируют виды: *Lymnaea ovata* (11%), *Anisus albus* (14). В среднем участке водотока скорость течения снижается до 0.3 м/с, возрастает доля тонкодисперсных илистых фракций в донных отложениях и увеличиваются площади, занятые высшей водной растительностью. Изменения гидрологических параметров обуславливают смену доминирующего комплекса видов и структуры сообществ. Развитие получают *L. auricularia* (11%), *Bithynia tentaculata* (23), *Rivicoliana rivicola* (23), *Henslowiana dupuiana* (14). В нижнем течении реки скорость течения снижается еще сильнее до 0.1 м/с и доля илов увеличивается. На этом участке характеризуются доминированием моллюски *B. tentaculata* (15%), *Cincinna piscinalis* (11), *D. polymorpha* (11).

Численность и биомасса моллюсков закономерно увеличиваются от истока к устью реки, что связано с гидрологическими особенностями отдельных участков, о которых было сказано выше. Наибольшие количественные показатели малакофауны характерны для нижнего течения реки за счет развития представителей сем. Valvatidae, крупных моллюсков сем. Unionidae и чужеродных видов *Dreissena polymorpha*, *D. bugensis*, *Lithoglyphus naticoides* имеющие массовое развитие (рис. 10).

Проведенный нами корреляционный анализ показывает, что доминирующий комплекс видов верхнего участка реки имеет тесную связь со скоростью течения, среднего участка – скоростью течения и прозрачностью воды, нижнего участка – скоростью течения, типом грунта и шириной реки (рис. 11). Таким образом, скорость течения является главным фактором, определяющим распределение массовых видов моллюсков от истока до устья р. Сок.

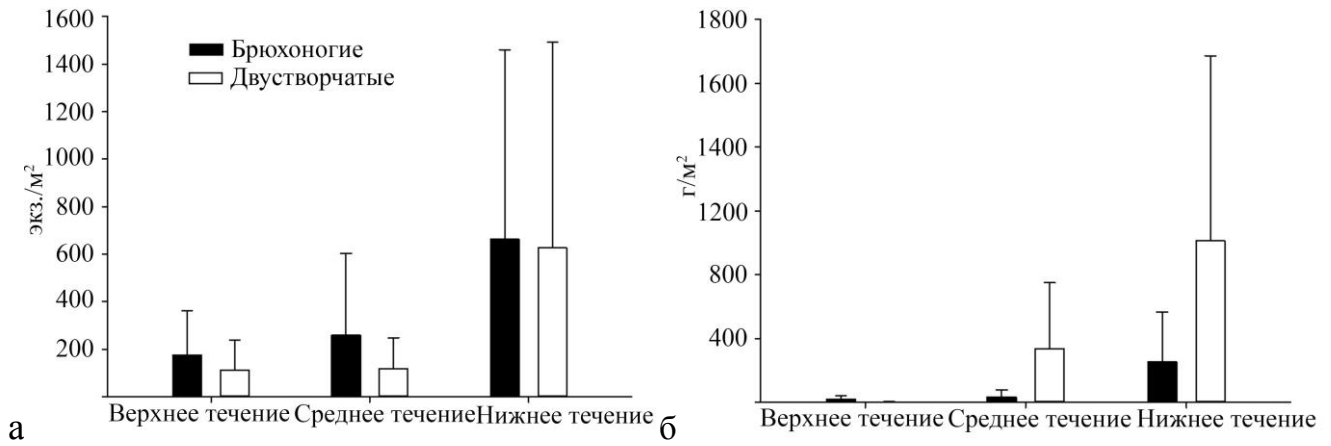


Рис. 10. Численность (а) и биомасса (б) моллюсков на отдельных участках р. Сок в 2014 г.

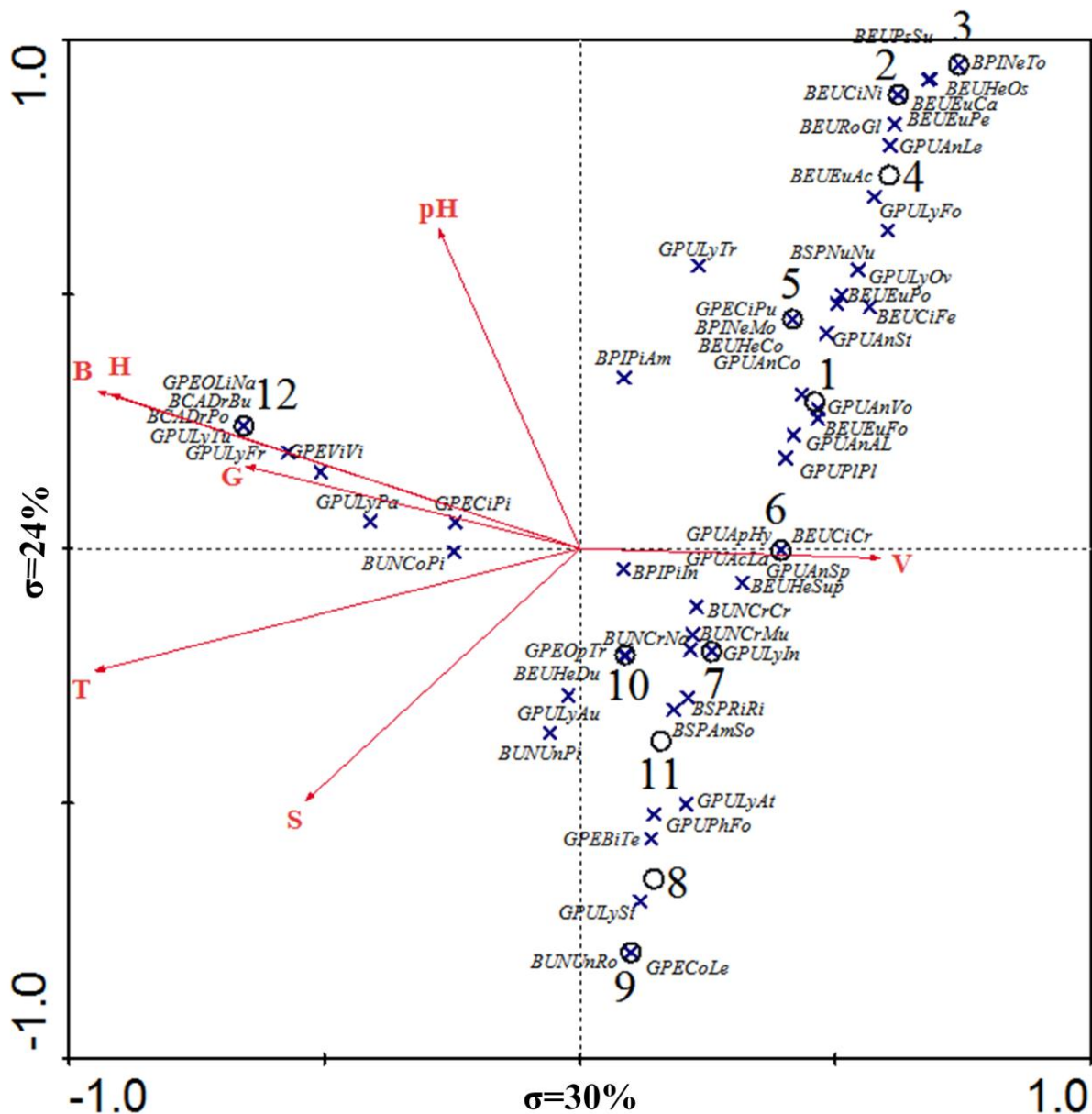


Рис. 11. Диаграмма ординации ССА (триплет) моллюсков и станций р. Сок вдоль экологических градиентов. V – скорость течения; T – температура воды; S – прозрачность; H – глубина; B – ширина; G – тип грунта; pH – водородный показатель. Коды видов приведены в диссертации.

ГЛАВА 6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ МОЛЛЮСКОВ В РАЗНОТИПНЫХ ВОДОЕМАХ

Наши исследования подтвердили обитание в водоемах региона 5 видов чужеродных моллюсков: *Adacna colorata*, *Lithoglyphus naticoides*, *Dreissena polymorpha*, *D. bugensis*, *Theodoxus astrachanicus*. Все перечисленные виды отмечены в волжских водохранилищах, в малых водохранилищах нами отмечена только *D. polymorpha*. Происходит активное заселение малых и средних рек региона чужеродной фауной (*A. colorata*, *L. naticoides*, *D. polymorpha*, *D. bugensis*), проникающей из волжских водохранилищ. Наиболее яркая экспансия среди видов-вселенцев отмечается у моллюска *D. polymorpha* (рис. 12). Этот процесс может привести к изменениям в экосистемах рек, связанным с эффектом «сопряженной инвазии» и другим последствиям, касающимся жизнедеятельности моллюсков.

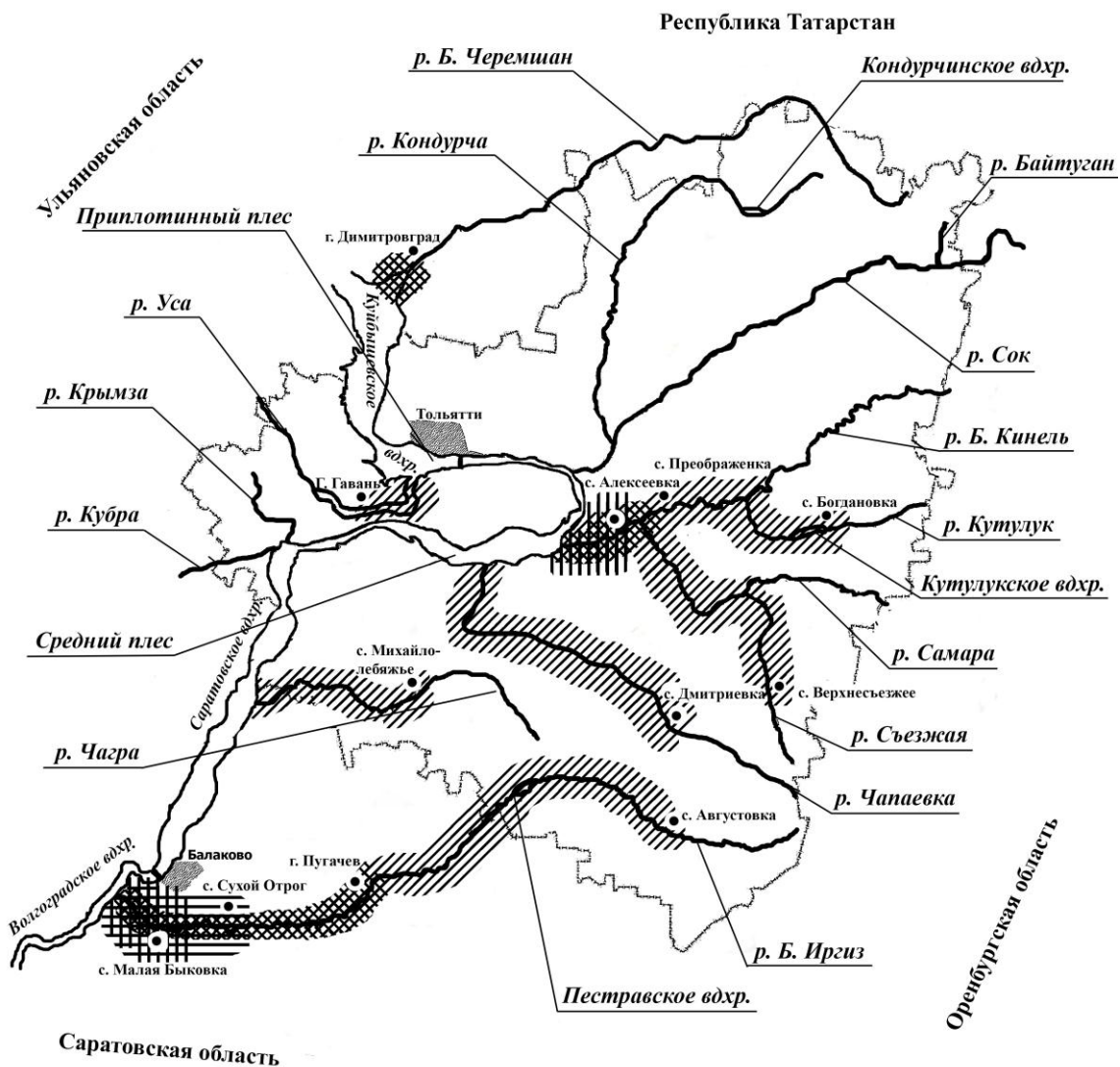


Рис. 12. Расширение ареалов чужеродных моллюсков в регионе. = *A. colorata*; || – *L. naticoides*; // – *D. polymorpha*; \\ – *D. bugensis*.

Доля чужеродных моллюсков в составе общей численности и биомассы малакофауны на глубоководных станциях Куйбышевского и Саратовского водохранилищ составляет более 90%, на мелководье их вклад не превышает 50%. На основе анализа литературных (Антонов, 1993) и собственных данных установлено,

что на протяжении более 20 лет исследований соотношение количественных показателей развития наиболее массовых чужеродных моллюсков *D. bugensis* и *D. polymorpha* изменилось незначительно и составляет примерно 70:30% соответственно. Обнаруживается лишь разница в количественном развитии этих видов в отдельных биотопах. В малых водохранилищах доля чужеродных видов в формировании общей численности и биомассы малакофауны составляет более 90%, в реках – 61% по численности и 32% – по биомассе. Установлено, что в водотоках чужеродные виды малакофауны не вытесняют аборигенные, так как численность и биомасса аборигенной фауны в местах находок остается на том же уровне, что и на участках, где чужеродные моллюски не обнаружены.

Выводы

1. В составе малакофауны разнотипных водоемов и водотоков зарегистрировано 130 видов, из которых 43 найдены впервые для региона. Наибольшее видовое богатство моллюсков характерно для рек – 98 видов, в водохранилищах и озерах отмечено по 57 таксонов.

2. Наиболее широко распространенными (частота встречаемости >50%) в водоемах Средней и Нижней Волги являются моллюски *Viviparus viviparus*, *Lymnaea auricularia*, *L. stagnalis*, *L. ovata*, *Bithynia tentaculata*, *Anisus albus*, *Cincinna piscinalis*, *Unio pictorum*, *U. rostratus*, *Colletopterum piscinale*, *Dreissena polymorpha*, *Euglesa fossarina*, *Henslowiana dupuiana*. Выявлено 18 редких для региона видов.

3. Установлено, что разнообразие малакофауны лотических систем формируется преимущественно за счет двустворчатых моллюсков (58% от общего состава фауны), тогда как в лентических экосистемах преобладают брюхоногие моллюски (57%). Наибольшую встречаемость в водохранилищах имели *Dreissena polymorpha* и *Viviparus viviparus* (80%); в озерах – *Lymnaea auricularia*, *L. stagnalis*, *Planorbium purpurum*, *V. viviparus* (100%); в реках – *L. auricularia*, *Unio pictorum* (93%).

4. В период исследований существенных межгодовых различий в показателях количественного развития моллюсков не отмечено, но выделены характерные особенности сезонной динамики малакофауны: на глубоководных участках волжских водохранилищ наблюдается один пик численности и биомассы, связанный с развитием представителей класса Bivalvia, на мелководье – 2-3 пика, обусловленных развитием представителей класса Gastropoda. В озерах отмечено несколько пиков численности и биомассы моллюсков в течение всего сезона, связанных с развитием представителей этих двух классов.

5. Основными экологическими факторами, влияющими на развитие пресноводных моллюсков, в водохранилищах являются температура и уровень воды, в озерах – температура воды, в реках – температура воды и скорость течения.

6. Расширение ареала чужеродных видов моллюсков *Dreissena polymorpha*, *D. bugensis*, *Adacna colorata*, *Lithoglyphus naticoides* происходит за счет их проникновения в притоки Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ. Наибольшую экспансию в реки имеет вселенец *D. polymorpha*, регистрируемый на расстоянии до 590 км от устья. Соотношение количественных

показателей развития моллюсков *D. bugensis* и *D. polymorpha* в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах за 20 лет остается стабильным (70:30% соответственно).

Список работ опубликованных по теме диссертации

В рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Михайлов Р.А. Моллюски-вселенцы реки Большой Иргиз (Нижняя Волга) / Р.А. Михайлов // Известия Самарского НЦ РАН. – 2014. – Т 6. № 5(1). – С. 528–532.
2. Михайлов Р.А. Фауна моллюсков реки Большой Кинель (Самарская область) / Р.А. Михайлов // Вода, химия и экология. – 2014. – № 5. – С. 68–75.
3. Михайлов Р.А. Видовой состав пресноводных моллюсков водоемов Среднего и Нижнего Поволжья / Р.А. Михайлов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5(5). – С. 1765–1772.
4. Михайлов Р.А. Эколого-фаунистический анализ структуры сообщества моллюсков реки Самара / Р.А. Михайлов // Вода, химия и экология. – 2015. – № 1. С. 109–116.
5. Mikhaylov R.A. Distribution of Mollusks of the Genus *Dreissena* in Water Bodies and Watercourses of the Middle and Lower Volga / R.A. Mikhaylov // Russian Journal of Biological Invasions. – 2015. – Vol. 6, №. 2. – pp. 109–117.

В других изданиях:

6. Михайлов Р.А. Состав малакофауны реки Большой Кинель / Р.А. Михайлов // Экологический сборник 4: Тр. Молодых ученых Поволжья. Вс. науч. конф. с междунар. участием. – Тольятти: Кассандра, 2013. – С. 110–114.
7. Михайлов Р.А. Малакофауна реки Самара (Самарская область) / Михайлов Р.А. // Материалы XI Международн. научно-практич. конф. «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики». – Тольятти: ВУиТ, 2014. – С. 92–97.
8. Михайлов Р.А. Основные экологические факторы, влияющие на малакофауну реки Самара (Самарская область) / Р.А. Михайлов // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Материалы II Всероссийской школы-конференции с международным участием. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН. – Борок, 2014. – С. 283–285.
9. Михайлов Р.А. Экологические факторы, определяющие распределение пресноводных моллюсков реки Большой Кинель / Р.А. Михайлов // Наука и образование в XXI веке. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Часть 11. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком». 2014. – С. 97–99.
10. Михайлов Р.А. Структура распределения и эколого-фаунистический анализ малакофауны реки Самара (Самарская область) / Р.А. Михайлов // Экологический сборник 5: Тр. Молодых ученых Поволжья. Международная научная конференция. – Тольятти: ИЭВБ РАН, Кассандра, 2015. – С. 237–240.
11. Михайлов Р.А. Распространение моллюсков рода *Dreissena* в водоемах и водотоках Среднего и Нижнего Поволжья / Р.А. Михайлов // Росс. журн. биол. инвазий. – 2015. – № 1. – С. 64–78.
12. Михайлов Р.А. Распределение моллюсков-вселенцев рода *Dreissena* реки Большой Иргиз / Р.А. Михайлов // Теоретические проблемы экологии и эволюции: Шестые Любимцевские чтения, 11-й Всероссийский популяционный семинар и Всероссийский семинар «Гомеостатические механизмы биологических систем» с общей темой «Проблемы популяционной экологии». – Тольятти: Кассандра, 2015. – С. 208–210.