

**ТРУДЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА  
“КЕРЖЕНСКИЙ”**

**ТОМ 3**



**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
«РОСПРИРОДНАДЗОР»**

**ТРУДЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО  
БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА «КЕРЖЕНСКИЙ»**

**ТОМ 3**

Под общей редакцией проф. Г. А. Ануфриева



**НИЖНИЙ НОВГОРОД  
2006**

**Труды Государственного природного биосферного заповедника «Керженский».**  
Том 3. Нижний Новгород, 2006. 112 с. + 1 цв. вкл.

В сборнике представлены предварительные результаты ландшафтного и почвенного картирования территории и сведения по многолетней динамике природных комплексов заповедника (русловые процессы, гидрологический мониторинг, динамика фитопланктона, связь динамики численности ряда охотничье-промысловых животных с погодными условиями). Приводятся некоторые результаты исследований связанных с оптимизацией природопользования на территории биосферного резервата "Нижегородское Заволжье", а также ориентированных на изучение редких и уязвимых видов птиц России.

Главный редактор  
проф. *Г. А. Ануфриев*

Редакционная коллегия:  
*Е. Н. Кориунова, И. В. Карякин, А. А. Шестакова*

© Государственный природный биосферный заповедник «Керженский», 2006

© Коллектив авторов, 2006

© Оригинал-макет Карякин И. В., Клещев А. Д., 2006

# ТРУДЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ”

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ”

<i>Волкова Н. И., Градобоев А. А., Жучкова В. К., Козлов Д. Н., Крушина Ю. В., Шейко С. Н., Кораблёва О. В., Урбанавичуте С. П., Попов С. Ю.</i> ЛАНДШАФТНАЯ КАРТА ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ”.....	5
<i>Шейко С. Н.</i> ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ”.....	12

### 2. ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ”

<i>Кораблева О. В.</i> МОРФОЛОГИЯ И ДЕФОРМАЦИЯ РУСЛА РЕКИ КЕРЖЕНЕЦ В ПРЕДЕЛАХ ГРАНИЦЫ КЕРЖЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	19
<i>Баянов Н. Г.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ И ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ГИДРОМОНИТОРИНГА НА РЕКАХ КЕРЖЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА .....	28
<i>Воденеева Е. Л.</i> ДИНАМИКА БИОМАССЫ И ДОМИНИРУЮЩИЕ ВИДЫ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ” .....	46
<i>Гелашвили Д. Б., Иванова И. О.</i> СВЯЗЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ” С ПОГОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ 1993 – 2006 ГОДОВ.....	58

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ЛЕСНЫХ КОМПЛЕКСОВ БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА “НИЖЕГОРОДСКОЕ ЗАВОЛЖЬЕ”

<i>Темнухин В. Б.</i> ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОВ НИЖЕГОРОДСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ.....	76
<i>Дмитриева И. Н.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАСЕЛЕНИЯ ДОЛГОНОСИ-КООБРАЗНЫХ ЖУКОВ ( <i>COLEOPTERA, CURCULIONOIDEA</i> ) СОСНЯКА ЛИШАЙНИКОВОГО ДО И ПОСЛЕ КОНТРОЛИРУЕМОГО ВЫЖИГАНИЯ.....	81
<i>Сидоренко М. В.</i> ДИНАМИКА ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ ПАУКОВ НА ПИРОГЕННЫХ УЧАСТКАХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В КЕРЖЕНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЛЫСКОВСКОГО ЛЕСХОЗА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	84

### 4. ИЗУЧЕНИЕ РЕДКИХ ВИДОВ ПТИЦ

<i>Карякин И. В.</i> БЕЛАЯ КУРОПАТКА В ПРИКАМЬЕ.....	87
<i>Карякин И. В.</i> НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГНЕЗДОВАНИИ ОРЛА-КАРЛИКА НА БУГУЛЬМИНСКО-БЕЛЕБЕЕВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ .....	102
<i>Медведева Е. А.</i> БЕЛАЯ КУРОПАТКА В ДАРВИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ.....	104
<i>Новикова Л. М., Карякин И. В., Константинов А. В.</i> КОЛОНИАЛЬНОЕ ПОСЕЛЕНИЕ СКОПЫ НА КАМСКО-БАКАЛДИНСКИХ БОЛОТАХ.....	110

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Государственный природный заповедник «Керженский» был организован в 1993 г. с целью сохранения и изучения естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем Нижегородского Заволжья.

Этап работы по инвентаризации биоты в заповеднике в настоящее время в основном завершен. Остались открытыми списки видов различных групп беспозвоночных, микромицетов, низших растений, по которым исследования будут проводиться при наличии соответствующих специалистов. Будут также вноситься дополнения и по различным группам позвоночных животных и высших растений, но это уже постоянная текущая работа заповедника, отражающая не только степень изученности флоры и фауны, но и динамику изменения видового состава.

Продолжение дальнейших исследований в заповеднике ориентировано на изучение пространственной структуры и динамики развития природных комплексов, что и отражают материалы данного выпуска трудов.

Тринадцать лет работы заповедника не позволяют еще говорить о серьезном анализе многолетних рядов, но дают возможность оценить определенные тенденции в развитии природных комплексов, наметить приоритетные и ключевые объекты для дальнейших исследований.

Первый раздел трудов включает материалы ландшафтных и почвенных исследований, проводившихся в заповеднике в 1997 – 2005 гг. и отра-

жающих особенности пространственной структуры природных комплексов. Ландшафтные исследования являются логическим продолжением работ по созданию карты четвертичных отложений (Фридман, Кораблева, 2001).

Вопросам динамики и взаимосвязи различных компонентов природных комплексов заповедника посвящены работы, включенные во второй раздел трудов.

За период времени, прошедший после выхода в свет предыдущего выпуска трудов в 2002 г., заповедник получил статус биосферного. Поэтому неотъемлемой частью работы сотрудников заповедника и привлекаемых специалистов стали исследования, ориентированные на изучение вопросов, связанных с оптимизацией природопользования, а также изучение биологии, сохранение и восстановление редких и уязвимых видов как в Заволжье, так и в европейской части России. Основным полигоном для таких исследований стала территория биосферного резервата «Нижегородское Заволжье». Именно результатам этой работы посвящены статьи, вошедшие в третий и четвертый разделы.

В настоящий сборник по ряду причин не вошла часть подготовленных работ, в частности статья С. Ю. Попова о геоботанической карте заповедника. Тем не менее, мы надеемся, что традиция публикации трудов Керженского заповедника будет продолжена, сборники будут выходить ежегодно и в них удастся опубликовать основные результаты планирующихся работ как сотрудников заповедника, так и привлеченных специалистов.

*Заместитель директора заповедника  
по научно-исследовательской работе  
И. В. Карякин*

УДК 911.52(470.341)

**ЛАНДШАФТНАЯ КАРТА ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ”****Н. И. Волкова, А. А. Градобоев, В. К. Жучкова, Д. Н. Козлов, Ю. В. Крушина, С. Н. Шейко***Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова***О. В. Кораблёва, С. П. Урбанавичуте, С. Ю. Попов***Государственный природный биосферный заповедник “Керженский”*

Результаты ландшафтных исследований на территории ГПБЗ “Керженский”, выполненных в 2001–2005 гг. Предварительный вариант ландшафтной карты заповедника масштаба 1:100 000 с выделением 3 ландшафтов, каждый из которых выходит за пределы территории, и 8 местностей.

**Ключевые слова:** Керженский заповедник, ландшафтная карта, ландшафты, местности, комплексы урочищ.

Труды ГПБЗ “Керженский”. 2006. Т. 3. С. 5–11.

Настоящая статья продолжает публикации результатов ландшафтных исследований территории заповедника, которые впервые были предприняты В. П. Юниной в 1997–2000 гг. В первом томе трудов заповедника опубликована её краткая статья, где автор раскрывает схему ландшафтной дифференциации территории и выделяет самые общие элементы морфологической структуры ландшафтов заповедника (Юнина, 2001).

С 2001 г. ландшафтные исследования были продолжены сотрудниками и студентами географического факультета МГУ с участием сотрудников заповедника. В 2001–2005 гг. были выполнены комплексные описания 755 точек. В 2004 г. была составлена и передана заповеднику ландшафтная карта участка левобережья р. Керженец – «Чернозерье» (масштаб 1:33 000) с пояснительным текстом, а в 2005 г. – карта второго фрагмента – «Черноречье» (масштаб 1:16 500), расположенного в центральной части заповедника в пределах обширной зандровой равнины, занимающей большую часть его территории.

Предварительная ландшафтная карта в масштабе 1:100 000 составлена на основе анализа цифровой модели рельефа. Для этого использованы: космический снимок (многозональная съемка Landsat 7, 2002 г.), лесотаксационные карты, геоботаническая карта С. Ю. Попова, геоморфологическая схема заповедника Б. И. Фридмана и О. В. Кораблевой (2001) и результаты их полевых работ, ландшафтные карты ключевых участков и другие; но прорабатывались также топографические карты масштаба 1:10 000 с привлечением дистанционных материалов.

Заповедник расположен на левом берегу Волги на обширной зандровой равнине. Вся его территория принадлежит левобережной части бассейна среднего течения р. Керженец. В системе единиц

физико-географического районирования территории заповедника входит в состав физико-географической страны Русская равнина, в лесную зональную область, в подзону хвойно-широколиственных лесов Ветлужско-Унженской провинции (Физико-географическое районирование СССР, 1968).

Территория Керженского заповедника принадлежит к поясу полесий и ополей Русской равнины. Поскольку зональным считается лишь суглинистый плакор, то зональными ландшафтами для этого пояса являются опольские ландшафты с покровом лёссовидных суглинков, с серыми лесными почвами под широколиственными лесами, а полясья – песчаные боровые ландшафты, по сути своей, – интразональны. Это определено их относительно пониженным высотным положением, генезисом и составом четвертичных отложений. Как известно из общей теории их происхождения, – это бывшие долины стока талых ледниковых вод нескольких оледенений (Абагуров, 1968).

Положение заповедника почти в самом центре Волжско-Ветлужской низменности предопределило исключительно полесский характер его ландшафтов. На большей части заповедника преобладают абсолютные высоты от 90 до 120 м. Наибольшая абсолютная высота на севере территории 140.5 м (южный отрог Лухско-Устинской гряды), наименьшая 76.3 м – на юге, при впадении в реку Керженец его левого притока – реки Пугай. В то же время, основной уклон поверхности – с северо-востока на юго-запад. Общий уклон около 1–2 м на 1 км, т. е. менее 1°. Преобладание плоских и слабонаклонных поверхностей обусловило значительную заболоченность, которая сама по себе представляет ценность, благодаря обширным болотным угодьям. Хотя среди болот много похожих на верховые (пушициево-сфагновые, сосново-пушициево-сфагновые), основные болотные

массивы скорее переходного типа, т. к. существуют благодаря замедленному оттоку грунтовых вод и связи с ними не теряют. Реже встречаются явно низинные болота.

Характерной особенностью заповедника является большая нарушенность растительного покрова. Сплошные вырубки и лесные пожары (особенно пожар 1972 г.) привели к тому, что спелого и приспевающего древостоя – считанные проценты. Преобладают 30-40-летние молодняки, которые занимают более 60% территории заповедника, причем около 90% молодняков представлено сосновым древостоем (Проект организации..., 1999; Константинов, 2004). Вместе с тем, мезорельефом жестко детерминировано пространственное распределение по территории мелколиственных пород (долины малых рек и ручьев и водосборные понижения), болот (плоские и слабоогнутые приводораздельные равнины и присклоновые понижения) и сосновых лесов разного возрастного и эдафического ряда (дренируемые приводораздельные равнины и их склоны).

Согласно имеющимся представлениям (Фридман, Кораблева, 2001), основные особенности рельефа и четвертичных отложений территории заповедника сформированы во время таяния днепровского ледника. Конечно-моренные гряды, маркирующие стадийные останки льдов этого оледенения, располагаются к северу и северо-западу от заповедника; большая же часть его территории находится в пределах водноледниковой равнины, выполненной песчаными отложениями

мощностью до 6–20 м. По-видимому, современная долина р. Керженец стала формироваться во время деградации днепровского ледникового покрова. В ее строении, по Б. И. Фридману и О. В. Кораблевой (2001), выделяются пойма и два уровня террас. В пределах заповедника относительная высота поймы – 3 м над межленным урезом воды в реке, местами и выше (на прирусловых валах). Высота первой надпойменной террасы – 6 м, второй надпойменной террасы – 8–10 м. Долины притоков р. Керженец (рек Вишня, Черная, Пугай и др.) разрезают поверхность водноледниковой равнины и образуют характерную древовидную сеть, хорошо просматривающуюся на космическом снимке территории. В соответствии с перечисленными особенностями геоморфологического устройства мы выделяем в пределах границ заповедника три ландшафта.

На северо-западе заповедника краевой частью заходит ландшафт моренно-водноледниковой равнины южной оконечности Лухско-Устинской гряды (см. рис., ландшафт А), где абсолютные высоты рельефа достигают своего максимума 140.5 м. Здесь обычные для заповедника мелкозернистые аллювиально-флювиогляциальные пески содержат в подошве слоя валуны и гальку кремниевых и кристаллических пород и подстилаются моренными суглинками. Для этого ландшафта, наряду с сосновыми лесами, характерно участие в современном древостое ели, широколиственных пород деревьев, а также специфических для бо-

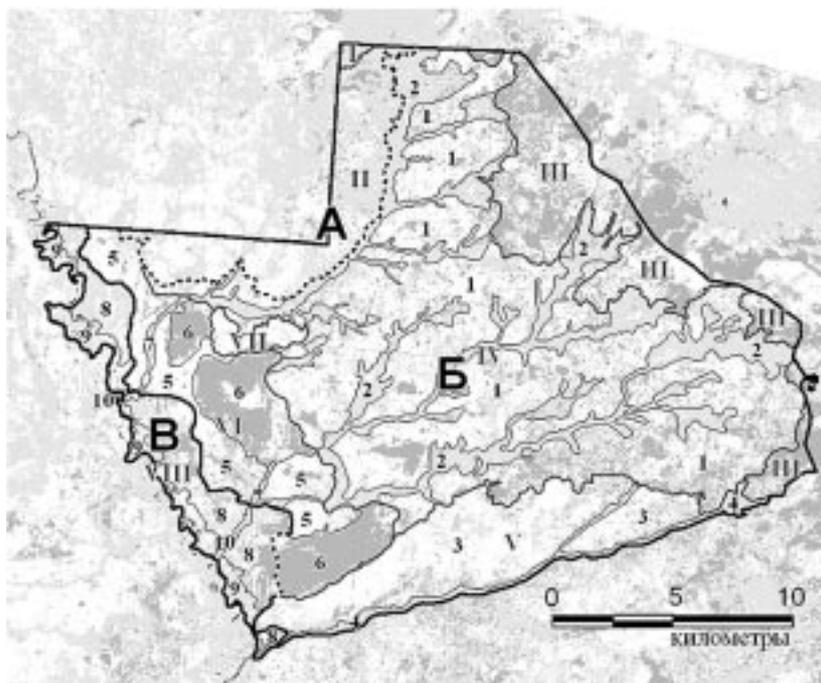


Рис. Ландшафтная карта государственного природного биосферного заповедника «Керженский» (предварительный вариант).

Заглавными буквами обозначены ПТК ранга ландшафтов, римскими цифрами – местности, арабскими цифрами – комплексы урочищ. Жирные линии показывают границы заповедника и границы ландшафтов, расположенных в пределах заповедника; границы потоныше – местности, тонкие границы – комплексы урочищ.

Подробная легенда к карте в тексте.

гатой почвы неморальных кустарников и трав на двучленных почвообразующих породах.

Наибольшую территорию в заповеднике занимает Вишня-Пугайский ландшафт аллювиально-флювиогляциальной слабонаклонной, местами ступенчатой равнины (ландшафт Б), осложненной эловым рельефом и болотными комплексами, с абсолютными высотами 90–120 м (до 126.7 м на северо-востоке заповедника вблизи его границы – урочище Подшилиха).

Третий ландшафт (В) в пределах заповедника представлен левобережной частью долины среднего течения р. Керженец. Он состоит из поймы и первой надпойменной террасы, а также второй надпойменной террасы с постепенным и слабовыраженным в рельефе переходом в поверхность аллювиально-флювиогляциальной равнины.

На рисунке представлен схематический вариант ландшафтной карты масштаба 1:100 000 с краткой характеристикой ландшафтов и входящих в них местностей (в пределах территории заповедника). В перспективе планируется более детальная ландшафтная карта в масштабе 1:50 000, для чего создаются фрагменты более крупных масштабов.

### Легенда к карте

А. Лухско-Устинский ландшафт моренно-водноледниковой равнины (южной оконечности гряды).

І. Повышенная моренная равнина, с чехлом водноледниковых отложений (до 1–2 м), хорошо дренируемая, с преобладанием широколиственных лесов. Почвы дерново-слабоподзолистые, иногда, возможно, – дерновые, контактно-глубокооглеенные на песчано-суглинистых двучленных отложениях, под сосняками – дерново-подзолистые. В настоящее время преобладают мелколиственно-широколиственные и хвойно-мелколиственные леса.

ІІ. Слабонаклонная водноледниковая равнина с близким залеганием морены и сочетанием сосновых лесов с хвойно-широколиственными и широколиственными. Почвы в разной степени оподзоленные, под широколиственными лесами – дерново-слабоподзолистые и, возможно, дерновые, на двучленных отложениях, редко – дерново-подзолистые иллювиально-гумусово-железистые поверхностно оглеенные в сочетании с болотными почвами в нижних частях склонов и в замкнутых понижениях. В настоящее время значительную долю составляют мелколиственные леса.

Б. Вишня-Пугайский ландшафт аллювиально-флювиогляциальной слабонаклонной ступенчатой равнины, осложненный эловым рельефом и болотными комплексами.

ІІІ. Субгоризонтальная плоская водноледниковая равнина, замедленно дренируемая, с преобладанием болотных массивов переходного и верхового типа в сочетании с малочисленными эловыми всхолмлениями и с сосновыми лесами. Почвы болотные в сочетании с болотно-подзолистыми и почвами борových песков на эловых повышениях.

ІV. Слабоволнистая аллювиально-флювиогляциальная равнина с комплексами урочищ.

1. Комплекс урочищ междуречной водноледниковой холмисто-волнистой равнины, осложненной эловым рельефом и болотами, с сочетанием сосновых лесов на дренируемых участках элового рельефа и небольших болот в замедленно дренируемых понижениях. Почвы дерново-подзолистые иллювиально-железистые, языковатые и псевдофибровые, в разной степени оподзоленные, в сочетании с борowymi песками и дерново-подзолистыми глеевыми и глееватыми почвами. В настоящее время преобладают молодые сосновые леса.

2. Комплекс урочищ разветвленной долинной сети, представленный широкими водосборными понижениями с мелколиственными лесами (в прошлом – с участием ели) на дерново-подзолистых глееватых и глеевых, отчасти болотных почвах, а так же узкими слаборазвитыми долинами под черноольховыми, осиново-черноольховыми лесами и кустарниковыми ивняками на пойменных дерновых, в разной степени оглеенных почвах.

V. Слабонаклонная аллювиально-флювиогляциальная равнина, осложненная редкими слаборазветвленными долинами малых рек.

3. Комплекс урочищ междуречий элово-водноледниковой равнины с преобладанием сосновых лесов. Почвы дерново-подзолистые иллювиально-железистые в сочетании с борowymi песками и относительно небольшими участками болотных почв. В настоящее время с молодыми сосновыми ксерофитными лесами и пустошами.

4. Комплекс урочищ речной сети с узкими спрямленными долинами с черноольховыми, осиново-черноольховыми лесами и кустарниковыми ивняками на аллювиальных почвах. В пределах границ Керженского заповедника комплекс урочищ представлен долиной р. Пугай и правобережной частью его бассейна.

VI. Субгоризонтальная озерно-водноледниковая равнина. Местность болот нижней части ал-

лювиально-флювиогляциальной равнины и покрытой болотами второй надпойменной террасы, частично дренированной.

5. Комплекс урочищ дренируемых участков равнины, местами осложненных эоловым рельефом, с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах. В настоящее время наиболее дренируемые участки заняты селитебными и сельскохозяйственными землями (пос. Рустай).

6. Комплекс урочищ переходных и верховых болот.

7. Урочища нижнего течения речных долин притоков р. Керженец.

VII. Останец моренной гряды днепровского оледенения, сложенный валунными суглинками, супесями и песками, перекрытыми маломощными (до 1–2 м) водноледниковыми и эоловыми песками с сосняками и сосново-мелколиственными лесами на дерново-подзолистых, а также дерново-подзолистых контактно-оглеенных двучленных песчано-суглинистых почвах.

В. Ландшафт долины среднего течения р. Керженец.

VIII. 8. Комплекс урочищ первой надпойменной террасы с хвойно-широколиственно-мелколиственными и сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных, супесчаных, реже – легкосуглинистых почвах, осложненный болотами.

9. Комплекс урочищ поймы, представленный основной поверхностью высокой поймы, с широколиственно-мелколиственными, мелколиственно-широколиственными и сосновыми лесами с участием ели на аллювиальных почвах; со старицами и староречными понижениями с черноольховыми лесами на пойменных перегнойно-глеевых и пойменных дерновых почвах; с прирусловыми валами и песчаными пляжами с кустарниковыми ивняками на пойменных слоистых слабо сформированных почвах.

10. Комплекс сложных урочищ эрозионных долин с узкими спрямленными и меандрирующими руслами с черноольховыми лесами на аллювиальных слабо сформированных почвах на песках и песчано-суглинистых отложениях.

Необходимо подчеркнуть предварительный характер составленной ландшафтной карты. Предлагаемый вариант может содержать погрешности, свойственные недостаточно отработанной методике анализа цифровой модели рельефа и отражает лишь текущие представления о ландшафтной структуре территории заповедника. Многие вопросы структуры ландшафтов, генезиса

и истории происхождения их морфологических частей требуют дополнительного целенаправленного исследования. Сформулировать и перечислить проблемные вопросы – одна из наших задач.

Каждый ландшафт отличается особым типом рельефа, особенностями его происхождения, набором и пространственным рисунком подчиненных морфологических частей. Вместе с тем, положение некоторых ландшафтных границ в настоящее время не вполне надежно обосновано, например, границы Лухско-Устинского моренно-водноледникового и Вишня-Пугайского аллювиально-флювиогляциального ландшафтов, проведенной нами вдоль правого склона долины р. Вишня. Для последующего уточнения характера и положения границы этих ландшафтов потребуются анализ крупномасштабных топографических карт за пределами заповедника и специальное бурение.

Граница между аллювиально-флювиогляциальным ландшафтом и ландшафтом долины р. Керженец также в настоящее время не имеет однозначной трактовки. Нами граница ландшафта долины р. Керженец проведена по бровке второй надпойменной террасы в понимании Б. И. Фридмана и О. В. Кораблевой (2001). Показанная на их геоморфологической схеме вторая надпойменная терраса отнесена нами к ландшафту аллювиально-флювиогляциальной равнины в качестве ее отдельной местности. Основанием к этому было отсутствие в пределах этой поверхности таких элементов, как эрозионно-аккумулятивный рельеф, свойственный речной долине, и одновременно наличие расширений, подобных расширениям котловин приледниковых озер, отсутствующих в строении долины р. Керженец.

Возможно, наличие «ступеней», отличающихся повышенной заболоченностью, говорит о том, что существуют два – три высотных уровня, где болота служат индикаторами наличия водупоров. Например, на абсолютных отметках, близких к 85–89 м, 115–120 м и, вероятно, около 100 м – структурный рубеж.

Для уточнения статуса и границ долинного природно-территориального комплекса также требуются дополнительные полевые исследования с определением генезиса подстилающих болота отложений и расширением представлений об истории формирования долины р. Керженец на всем ее протяжении. Обязательным условием является анализ ландшафтной структуры правого борта долины, находящегося за пределами заповедника.

Помимо общих макрогеоморфологических особенностей территории, при создании ландшафт-

тной карты, т. е. при проведении ландшафтных границ и выделении подчиненных морфологических единиц – местностей и комплексов урочищ – мы использовали в качестве диагностических признаков пространственные сочетания форм рельефа разного генезиса. Смены пространственно-рисуночного рисунка (текстуры) указывают на границу природно-территориальных комплексов. К числу таких диагностических признаков можно отнести характер и форму эрозионной сети территории, выраженность эолового рельефа, площадь и характер распространения болот.

В составе Лухско-Устинского моренно-водноледникового ландшафта (А) нами выделены две местности. Первая – хорошо дренируемая моренная равнина с маломощным чехлом водноледниковых отложений, с широким участием в составе растительности широколиственных и широколиственных видов. В границы заповедника эта местность попадает лишь небольшим участком в пределах кв. 1 лесоустройства. Вторая местность – водноледниковая равнина с близким залеганием к поверхности морены – отличается от первой в целом более бедным флористическим составом и менее плодородными почвами. Кроме того, в составе этой местности имеются урочища небольших болот, сформированных в замкнутых понижениях рельефа. Присутствие в этом ландшафте липняков широколиственных может говорить о близком подстилании не только суглинистых, но и карбонатных отложений.

В составе Вишня-Пугайского аллювиально-флювиогляциального ландшафта (Б) нами выделено пять местностей. Особенности и диагностические признаки каждой местности приведены в легенде к карте. Различия между ними связаны либо с особенностями формирования и строения водноледниковой равнины (местности III, IV, V), либо с различиями в последующем развитии (местность IV – с развитой речной сетью, V – с ярко выраженным развитием эолового процесса в прошлом, возможно, и в настоящее время, VI – с широким развитием болотного процесса). Особо отметим местность VII, представляющую собой моренный останец на аллювиально-флювиогляциальной равнине.

На геоморфологической схеме Б. И. Фридмана и О. В. Кораблевой (2001) в строении водноледниковой равнины показана серия ступеней, соответствующих разным стадиям таяния днепровского ледника. Мы смогли выделить только три самостоятельные поверхности, которые отчетливо проявляются в строении рельефа аллювиально-

флювиогляциальной равнины. Первая занимает самые верхние приводораздельные позиции с абсолютными высотами больше 113 м и представляет собой субгоризонтальную заболоченную равнину с отдельными эоловыми всхолмлениями (местность III).

Вторая структурная поверхность соответствует волнистой слабонаклонной аллювиально-флювиогляциальной равнине, осложненной разветвленной эрозионной сетью (местность IV). Абсолютные высоты этой равнины падают в юго-западном направлении со 113 до 90 м на протяжении примерно 12 км. В рисунке горизонталей топографической карты масштаба 1:10 000 на некоторых участках этой местности можно видеть ступенеобразную поверхность. Но такие перепады абсолютных высот встречаются лишь участками, не образуют выдержанных по простиранию ступеней и не просматриваются на космическом снимке, отражающем в первую очередь современную структуру растительного покрова. По-видимому, нечетко выраженная ступенчатость аллювиально-флювиогляциальной равнины является обычным элементом ее строения, связанным с особенностями аккумуляции отложений талых ледниковых потоков и впоследствии, возможно, Пра-Волги. Мы пока не сочли возможным выделить стадийные ступени формирования этого ландшафта в качестве самостоятельных природно-территориальных единиц ранга местности и даже ранга комплекса сложных урочищ.

Более существенной особенностью этой местности является характерный древовидный рисунок эрозионной сети, пересекающей слабонаклонную поверхность аллювиально-флювиогляциальной равнины. Однако рисунок речной сети всё же указывает на какой-то фактор, влияющий на изменение направления русел рек в средней части этой местности. Причина этого требует дальнейшего изучения. Возможно, этот рубеж аналогичен границе IV террасовидной ступени с вышележащей флювиогляциальной задровой равниной (по Б. И. Фридману).

Благодаря произрастающим в пределах долин ручьев и речек мелколиственным лесам из березы, осины, ивы и черной ольхи, разветвленный рисунок эрозионной сети отчетливо просматривается на космическом снимке территории. Для него характерны невыдержанные по направлению, часто разветвляющиеся участки слаборазвитых долин переменной ширины (от 200 до 800 м), в которых в зависимости от характера и степени увлажнения распространены черноольховые, березово- и осиново-черноольховые леса и кустарни-

ковые ивняки на аллювиальных почвах. В своих верховьях ручьи начинаются из обширных водосборных понижений (диаметр самых крупных из них достигает 1000 и более метров), занятых влажнотравными березовыми и осиновыми лесами на болотно-подзолистых и болотных почвах. Совокупность элементов долинной сети выделена нами в составе комплекса сложных урочищ данной местности. Другой комплекс сложных урочищ образуют междуречные аллювиально-флювиогляциальные равнины, осложненные эоловым рельефом. Холмисто-волнистое строение этих равнин, их слабый общий наклон к юго-западу, достаточно густая эрозионная сеть и эоловая переработка ее поверхности в сочетании с песчаным субстратом способствовали распространению здесь в настоящее время соснового молодняка. Однако совокупность условий произрастания позволяет предположить, что коренные растительные сообщества были представлены здесь мезофитными сосновыми лесами на основных поверхностях междуречий и сосновыми ксерофитными лесами в пределах дренируемых участков эолового рельефа. Среди коренных лесов фрагментарно присутствовали ельники (елово-сосновые и сосново-еловые леса), приуроченные к долинам рек и отдельным местообитаниям более высокой трофности. Небольшие болота (скорее переходные, но, возможно, и верховые) и заболоченные сосновые леса занимают в пределах приводораздельного комплекса сложных урочищ небольшую площадь и тяготеют к замедленно дренируемым понижениям, возможно, к котловинам выдувания.

Данная местность, состоящая из двух комплексов сложных урочищ, занимает в пределах заповедника наибольшую площадь. В настоящее время закончена работа над крупномасштабной ландшафтной картой ключевого участка «Черноречь» (масштаб 1:16 500), расположенного в бассейне среднего течения р. Малая Черная в центральной части заповедника по обе стороны бывшей узкоколейной дороги. Протяженность ключевого участка с запада на восток – 5,8 км, с севера на юг – 3,6 км, общая площадь около 21 км<sup>2</sup>.

Наконец, третья, в нашем представлении, структурная поверхность аллювиально-флювиогляциальной равнины с абсолютными высотами 85–90 м соответствует второй надпойменной террасе геоморфологической схемы (местность VI). Из-за малых уклонов для нее, как и для местности приводораздельной структурной поверхности, характерно распространение обширных массивов болот. Если следовать геоморфологической схе-

ме Б. И. Фридмана и О. В. Кораблевой (2001), эти болота зарождались и вырастали из тылового шва – границы II террасы Керженца и III (может быть IV, т. к. они трудноразделимы) задровой аллювиально-флювиогляциальной террасовидной ступени.

Кроме них в составе этой местности имеются субдоминантные урочища эоловых форм рельефа с сосновыми мезофитными и ксерофитными лесами на дерново-подзолистых почвах. Форма этой местности, характер чередования подобных участков вдоль понижения, занятого долиной р. Керженец, особенности ее соседства с эрозионной сетью позволяют нам предположить озерно-водноледниковое происхождение занимаемого ею понижения.

Многократное переувлажнение песков полесских ландшафтов в перигляциальных условиях днепровского, московского и валдайского оледенений определило широкое распространение в пределах заповедника эолового бугристо-западинного рельефа. В южной части заповедника эоловый тип рельефа приобретает практически сплошное распространение и существенно видоизменяет морфологическую структуру ландшафта аллювиально-флювиогляциальной водноледниковой равнины. Это определило выделение этой территории в ранге отдельной местности (V). Причина такой интенсивности эоловых процессов на юге заповедника (в прошлом и, возможно, в настоящее время) пока не выяснена. Данная местность распространена и к востоку от границ заповедника. Согласно космическому снимку, кроме характерного для этой местности эолового типа рельефа, отличительной ее чертой является спрямленная сеть узких эрозионных долин. Такой рисунок обусловлен, вероятно, тектоническим строением этой территории. В настоящее время растительность этой местности представлена лишайниковыми, вересковыми и брусничными сосновыми лесами и пустошами на месте пожаров. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые слабо дифференцированные почвы. Верховые болота и заболоченные сосновые леса занимают крайне незначительную площадь.

Ландшафт долины р. Керженец (B) представлен в пределах заповедника местностью среднего отрезка своего течения. Особенности морфологического строения, характеристики растительности и почв раскрываются в легенде ландшафтной карты. Дополнительную характеристику сложной структуры, не показанной на схеме, дает фрагмент крупномасштабной ландшафтной карты «Чернозерье».

Во время полевых работ на кордоне Чернозере нами было в отдельных случаях зафиксировано наличие требовательных к высокой трофности субстрата растительных сообществ на песчаных почвообразующих породах (иногда песчано-супесчаных, реже – до легкого суглинка). Почвы – от дерново-подзолистых мелкослоистых до пойменных дерновых луговых, гумусовый слой которых составлял порой 20–40 см. Неясно было их происхождение на фоне повсеместной общей бедности мелкозернистых песчаных грунтов заповедника. Но особенно много таких участков в долине Керженца выше пос. Рустай: массивы ельников и даже липняков на пойменных дерновых почвах – это, скорее всего, индикаторы не только влияния вышележащего ландшафта Лухско-Устинской моренной гряды, но и непосредственной близости к поверхности карбонатного подстилания.

К сожалению, ни наши массовые комплексные описания 2002–2005 гг., ни материалы Б. И. Фридмана и О. В. Кораблевой 2001 г., ни описания скважин не давали объяснения этим фактам. Однако, судя по статье П. И. Мешкова (1999), на территории заповедника возможны не только близкое залегание, но и выходы на поверхность коренных известковых пород и глин.

В результате полевых работ 2006 г. была продемонстрирована прекрасная индикаторная роль растительности: А. В. Константиновым обнаружено и нами зафиксировано присутствие коренных пород по левобережью р. Черной (по-видимому, известняка, вскипающего от HCl и залегающего в пределах 110–120 см от дневной поверхности под осиново-березовым папоротниковым лесом на склоне). В районе Сазонихи в дополнение к нашему единичному описанию 2005 г. С. П. Урбанавичуте указала также и другие осиново-березовые с участием липы леса – как мы выяснили, они индицируют наличие суглинков (а возможно и карбонатов) под покровом песка. На р. Вишня выше пос. Рустай обследованы выходы коренных пород (по-видимому, известняка и глин). Все это требует дополнительного анализа.

В перспективе наших исследований до 2010 г. – составление основной ландшафтной карты заповедника в масштабе 1:50 000. Однако для ее создания потребуется дополнительное выполнение картирования еще нескольких ключевых участков в масштабах от 1:10 000 до 1:20 000: «Рустайского», «Лухско-Устинского», «Сазонихи», «Озера Черного». Чем больше будет выполнено крупномасштабных фрагментов ландшафтных карт, тем надежнее станет информация итоговой ландшафтной карты. Помимо работы на ключевых участках необходимо

продолжить специальные геолого-геоморфологические исследования генезиса литогенной основы ландшафтов заповедника и прилегающих территорий, проверку причины наших разногласий со схемой Б. И. Фридмана и О. В. Кораблевой (2001).

Другим направлением анализа ландшафтной структуры территории является совместный количественный анализ материалов дистанционного зондирования, отражающих современное состояние растительности и рельефа, характеризующего потенциальные условия произрастания растительности и развития почв, что позволит построить карту восстановленной растительности. Возможность выполнения такого анализа определяется однородностью почвообразующих пород на большей части территории заповедника и, следовательно, главенствующей ролью рельефа в пространственной дифференциации ландшафтного покрова. В прикладном аспекте карта восстановленной растительности ландшафтов позволит обосновать размещение по территории заповедника пробных площадей с целью изучения региональных особенностей восстановительных сукцессий, выполнения программы экологического мониторинга.

#### ЛИТЕРАТУРА

*Абатуров А. А.* Полесья Русской равнины в связи с проблемой их освоения. М., 1968. 246 с.

*Волкова Н. И., Жучкова В. К., Ковалевич В. А., Козлов Д. Н., Конюшков Б. Д., Рожной А. А., Соловьева Н. А., Сосунов А. Г., Федяева М. В., Кораблева О. В., Попов С. Ю., Урбанавичуте С. П.* Природные комплексы Керженского полесья в стадии восстановления // Труды XII съезда Русского географ. об-ва. 2005. Т. 4. С. 155–161.

*Константинов А. В.* Жаровой лес. Н. Новгород, 2004. 71 с.

*Мешков П. И.* Краткий геологический очерк (Рукопись) // Летопись природы, ГПЗ «Керженский». 1999. Т. 1, кн. 1. С. 57–72.

*Проект организации и ведения заповедного дела ГПЗ «Керженский».* Нижегородская область. Учет лесного фонда. Лесоустройство 1998–1999. Т. 1, кн. 3.

*Физико-географическое районирование СССР.* Характеристика региональных единиц. М., 1968. 566 с.

*Фридман Б. И., Кораблева О. В.* Геология и рельеф Керженского заповедника // Труды ГПЗ «Керженский». Н. Новгород, 2001. Т. 1. С. 7–70.

*Юнина В. П.* Особенности ландшафтной дифференциации Керженского заповедника // Труды ГПЗ «Керженский». Н. Новгород, 2001. Т. 1. С. 71–78.

УДК 631.4(470.341)

## ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЗАПОВЕДНИКА "КЕРЖЕНСКИЙ"

С. Н. Шейко

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова*

В ходе изучения почвенного покрова составлена карта-схема почвенно-географического районирования заповедника «Керженский», выделены 4 типа и 18 подтипов почв.

**Ключевые слова:** Керженский заповедник, почвы, почвенная карта.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 12–18.

Нижегородский край сыграл определенную историческую роль в формировании научных представлений о почвах.

После экспедиционных исследований 1882–86 гг. в Нижегородской губернии В. В. Докучаев сформулировал научное понятие о почве: «Всякая... почва есть результат совокупной деятельности и влияния материнской породы, растительности и животных организмов, климата, возраста страны, рельефа местности» (Докучаев, 1950). Именно в Нижнем Новгороде был организован первый в мире почвенный музей, часть экспонатов которого до сих пор хранится в музее сельскохозяйственного института.

Первая почвенная карта Нижегородской губернии была составлена Романовым и Туркиным в 1861 г. (Никитин, Горшунов, 1978). Почвенный покров заповедника обозначен на ней как «песчаные почвы». В 1924–1926 гг. в результате экспедиционных работ Б. П. Серебрякова была составлена новая карта, на которой за р. Керженцем отмечены уже «песчаные подзолы». В 1932 г. началось систематическое изучение сельскохозяйственных земель области с составлением крупномасштабных почвенных карт (М 1:25000 и М 1:50000), но на лесных землях никаких исследований не проводилось. В последующие годы на составляемых мелкомасштабных картах характеристика почвенного покрова Южного Заволжья детализируется и постепенно приближается к современной. На почвенной карте 1958 г. М 1:400 000 (А. С. Фатьянов и др.) здесь выделяются подзолистые и дерново-слабоподзолистые песчаные и супесчаные, болотно-подзолистые и болотные почвы.

В последующие годы почвенный покров области и, в частности, заповедника был отражен на мелкомасштабных картах, составлявшихся на территорию СССР (М 1:8000000 и М 1:2500000). Наиболее информативна «Почвенная карта Нечерноземной зоны РСФСР» М 1:1500000, составленная сотрудниками Почвенного института им.

В. В. Докучаева в 1978 г. Но следует заметить, что на заповедную часть составлялась она не на основании фактического материала, а по косвенным данным, полученным в результате анализа факторов почвообразования.

В фундаментальной монографии «Почвенно-геологические условия Нечерноземья» (1984) довольно подробно описан почвенный покров Нечерноземной зоны в целом, но интересующая нас территория охарактеризована весьма скудно (Добровольский, Урусевская, 1984). Она отнесена к полуболотно-дерново-подзолистым почвам на двучленных аллювиально-зандровых отложениях.

Почвенный покров самого заповедника изучен довольно слабо. На обширных площадях левобережья Керженца почвенные исследования практически не проводились, картографические материалы среднего и крупного масштаба также отсутствуют.

В 1990 г. в областном сельскохозяйственном институте была разработана «Рабочая классификация почв Горьковской области», но в этой классификации недостаточно отображены особенности почвенного покрова под лесами; отсутствует упоминание о дерново-подзолистых языковатых почвах.

Настоящая работа базируется на полевых исследованиях, проведенных в заповеднике в 2004–2005 гг. сотрудниками географического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова совместно с научными работниками заповедника.

Почвенный покров заповедника сформировался в подзоне южной тайги под пологом сосновых, елово-сосновых и хвойно-широколиственных лесов.

Климатические условия, определившие превышение осадков над испарением, привели к образованию гидроморфизма, что наложило отпечаток на особенности почвообразования в этом регионе. Почвообразующими породами здесь служат флювиогляциальные и древнеаллювиальные отложения. Флювиогляциальные отложения представ-

лены кварцевыми желтыми, серыми и светло-коричневыми песками, в основном мелкозернистыми, плохо сортированными. В северо-западном углу заповедника (квартал 1) были вскрыты моренные отложения, представленные песчано-суглинистой мореной с галькой (Фридман, Кораблева, 2001).

По рельефу эта территория представляет собой слабо наклонную на юго-запад ступенчатую равнину, пересеченную в широтном направлении слабо врезанными притоками р. Керженец. Некоторые участки этой задровой равнины осложнены эоловыми формами: дюнами, буграми и гривами. Кроме того, на севере и северо-западе выделяются небольшие участки конечно-моренной Лухско-Устинской гряды и долина р. Керженец с поймой и надпойменными террасами.

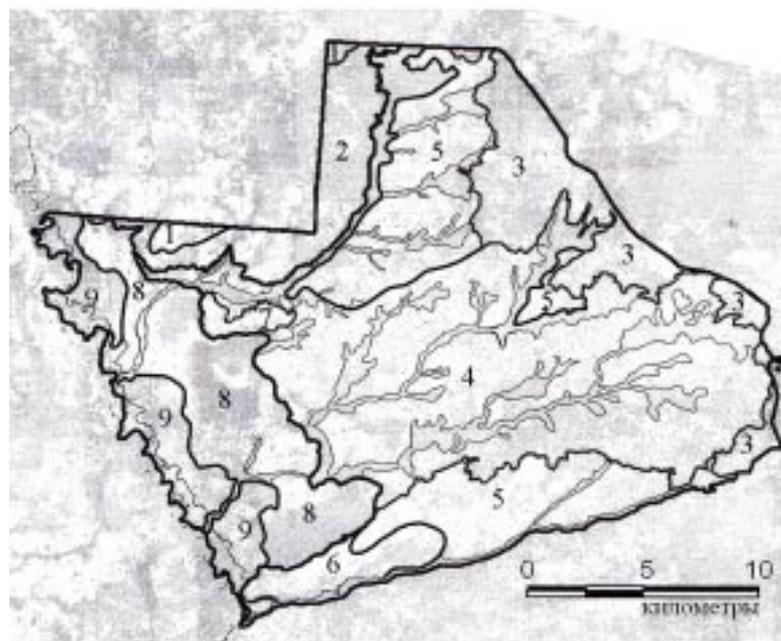
Б. И. Фридман и О. В. Кораблева (2001) на территории заповедника выделяют четыре высотных уровня (ступени). Четко привязать различные типы, подтипы и виды почв к этим высотным уровням не удалось. Одни и те же почвы можно встретить как на второй ступени задровой равнины (абс. выс. 93–105 м), так и на четвертой ступени (абс. выс. более 120 м). В формировании почвенного покрова, на наш взгляд, главенствующую роль играет мезорельеф внутри каждой из высотных ступеней, который определяет перераспределение атмосферной влаги по поверхности и связанное с этим развитие процессов оподзоливания, оглеения и ожелезнения. В средних и нижних частях склонов и в понижениях между местными водоразделами к избыточному атмосферному увлажнению добавляется натечное склоновое.

Изучение почвенного покрова заповедника в этот период позволило выделить весь ряд таксономических единиц в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977). Были выделены типы, подтипы, роды, виды и разновидности почв.

Центральной классификационной единицей является генетический тип почв (ГТП), который формируется под влиянием зональных климатических условий на определенных почвообразующих породах и элементах релье-

фа. Подтипы, как единицы более низкого таксономического ранга, отражают особенности почв внутри ГТП, связанные с внутризональными общими и локальными условиями.

В целом почвенный покров заповедника по числу типов, подтипов и видов почв не отличается большим разнообразием, но структура почвенного покрова весьма мозаичная; для нее характерны сложные сочетания почв. Сочетаниями считаются комбинации почв, закономерно сменяющих друг друга по элементам рельефа и связанных между собой боковым перемещением поверхностных и почвенно-грунтовых вод с растворенными и взвешенными химическими соединениями – продуктами выветривания и почвообразования. Вещества, выносимые из почв и пород повышенных элементов рельефа, аккумулируются в почвах ниже расположенных участков. В результате этого формируются геохимически сопряженные ареалы почв, закономерно сменяющие друг друга от местных повышенных элементов рельефа к местным понижениям. Здесь преобладают сложные сочетания, образованные почвами различной степени оподзоленности, оглеенности, выраженности процесса иллювиального накопления железа и гумуса, а также оторфованности. Основным фактором



Карта-схема почвенно-географического районирования  
 М 1:100 000 (на рисунке масштаб уменьшен примерно  
 до 1:250 000)

- Условные обозначения:  
 ~~~~~ границы почвенно-географических районов  
 ~~~~~ долины рек  
 4,8 номера почвенно-географических районов  
 Пояснения к карте см. в тексте.

дифференциации почвенного покрова служит глубина почвенно-грунтовых вод (ПГВ), тесно связанная с формами мезо- и микрорельефа. Сложность и контрастность почвенного покрова максимальны при глубине ПГВ 1–2 м; как уменьшение, так и увеличение этой глубины снижают его мозаичную структуру.

Следует отметить, что в зависимости от колебания количества атмосферных осадков по годам, при их увеличении на слабо дренированных территориях происходит поднятие уровня ПГВ. В дождливое лето 2004 г. практически во всех разрезах, за небольшим исключением, вскрывались ПГВ. Если проследить уровни ПГВ в дерново-подзолистых иллювиально-железистых почвах языковатых и карманистых, то на абсолютных отметках 115–120 см и на 85–95 см видна одна и та же картина: уровни ПГВ колебались от 70 см до 110 см. В более сухой летний сезон 2005 г. уровни ПГВ несколько опустились (до 90–120 см).

В «Классификации и диагностике почв России» (2004) все дерново-подзолистые почвы на песчаных и супесчаных отложениях отнесены к типу дерново-подзолов отдела альфегумусовых почв. Под альфегумусовыми дерново-подзолистыми почвами понимаются иллювиально-алюмо(Al)-железисто(Fe)-гумусовые подзолы. Они подразделяются на иллювиально-железистые, иллювиально-железисто-гумусовые и иллювиально-гумусовые.

Таким образом, на территории заповедника выделены следующие типы и подтипы почв.

#### Дерново-подзолистые

1. Дерново-подзолистые в разной степени оподзоленные, иногда языковатые, карманистые и псевдофибровые.

2. Дерново-подзолистые иллювиально-железистые, иллювиально-гумусово-железистые, редко иллювиально-гумусовые, часто языковатые и карманистые, иногда псевдофибровые, также контактно-глубокооглеенные.

3. Дерново-подзолистые слабодифференцированные (почвы борových песков).

4. Дерново-подзолистые турбированные (с нарушенными горизонтами в результате посадок сосны).

#### Болотно-подзолистые

5. Торфянисто-подзолистые поверхностно оглеенные.

6. Дерново-подзолистые поверхностно оглеенные иллювиально-железистые, иногда псевдофибровые.

7. Дерново-подзолистые контактно-глубоко оглеенные.

8. Дерново-подзолистые глубоко оглеенные.

9. Перегнойно-подзолистые профильно оглеенные.

#### Дерново-глеевые

10. Дерново-поверхностно оглеенные.

11. Дерново-глубоко оглеенные.

#### Аллювиальные

12. Аллювиальные дерновые кислые слоистые примитивные.

13. Аллювиальные дерновые кислые слоистые.

14. Аллювиальные дерновые кислые.

15. Аллювиальные лугово-болотные.

16. Аллювиальные лугово-болотные оторфованные.

17. Аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые.

18. Аллювиальные болотные иловато-торфяные.

На вершинах выпуклых эловых форм (дюнах, буграх) и узких грядах с хорошим дренажем под сосновыми лишайниками и лишайниково-зеленомошными лесами формируются дерново-подзолистые слабодифференцированные почвы (почвы борových песков). Промывной режим здесь почти отсутствует, т. к. атмосферные осадки скатываются с этих поверхностей вниз по склону, не успевая просачиваться в толщу почвы.

Подтип обычных дерново-подзолистых почв занимает небольшие площади. Как правило, это хорошо дренированные участки на привершинных частях склонов, береговых валов высокой поймы, где начинает проявляться промывной режим.

Но самые значительные пространства заповедника заняты дерново-подзолистыми иллювиально-железистыми и иллювиально-гумусово-железистыми почвами на песчаном субстрате. Их языковатые, карманистые и псевдофибровые роды встречаются примерно на четверти площади заповедника.

Иллювиально-железистые почвы формируются как на обширных плоских пространствах местных водоразделов (р. Вишня – р. М. Черная, р. М. Черная – р. Б. Черная, р. Б. Черная – р. Пугай), так и на пологих склонах к местным понижениям, в основном под сосняками молиниевыми-долгомошными и долгомошными.

Для этих почв характерен иллювиальный горизонт (В), окрашенный в охристые, ржавые тона, обусловленные накоплением в нем гидратов железа. Гидроокись железа образует конкреции (рудяковые зерна) от очень мелких, 1–2 мм в попе-

речнике, до прослоев охристого или красно-коричневого цвета (ортзанды), а также прожилки-псевдофибры. Псевдофибры представляют собой тонкие (0.1–2 см толщиной) слабоуплотненные оранжево-ржавые горизонтальные прослойки извилистой формы, состоящие из соединений двух- и трехвалентного железа (рис. 1).

Дерново-подзолистые иллювиально-гумусово-железистые почвы формируются на нижних частях приводораздельных склонов, по окрайкам межгрядных понижений, в неглубоких отрицательных формах местных водоразделов, в ложбинообразных понижениях. Растительность становится богаче, в древостое часто появляются широколиственные виды, хорошо развит травяной покров. Почвенно-грунтовые воды вскрываются, как правило, на глубине 70–80 см. Иллювиально-гумусово-железистые почвы по своим свойствам близки к иллювиально-железистым с той разницей, что иллювиальный горизонт (B) содержит большее количество гумуса (иногда до 5–8%) и поэтому окрашен в коричневые и кофейные тона. Среди этих почв встречаются оглеенные роды: поверхностно-оглеенные (признаки оглеения в профиле почвы выше 50 см), глубоко оглеенные (глубже 90 см), профильно оглеенные (оглеение по всему профилю). Оглеение в разрезе диагностируется по осветленным пятнам на ржавом фоне в иллювиальном горизонте (рис. 6). Иногда на стен-

Рис. 2. Т. 822. Дерново-подзолистая иллювиально-железистая карманистая песчаная на флювиогляциальных песках (фото Н. И. Волковой)

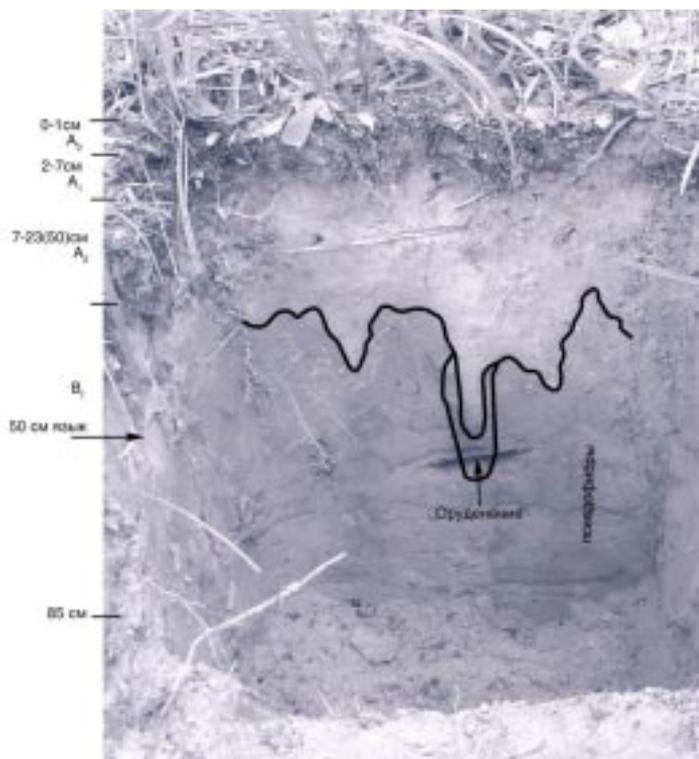


Рис. 1. Т. 818. Дерново-подзолистая иллювиально-железистая языковатая псевдофибровая легкосуглинистая на флювиогляциальных песках (фото Н. И. Волковой)

ках почвенного шурфа встречается текстурный рисунок, напоминающий псевдокриотурбации. В этом случае интересно было бы определить характер этих образований – реликтовый или современный. До некоторой степени в решении этого вопроса могут помочь данные о глубине и длительности промерзания почв.

Кроме вышеописанных видов почв на территории заповедника встречаются дерново-подзолистые иллювиально-железистые языковатые и карманистые почвы, занимающие около 15–20% площади водораздельных пространств. На опубликованных картах и в литературных источниках на этой территории они не упоминаются. Языковатые и карманистые почвы занимают плоские водораздельные пространства с близким уровнем грунтовых вод, верхние очень пологие приводораздельные склоны, верхние части водосборных пологих лощин, иногда даже центральные части эоловых форм, шириною не менее 20 м, а также котловины выдувания, окружённые дюнами; разброс абсолютных отметок при этом отмечен от низких (85.0 м) до высоких (115–120 м).

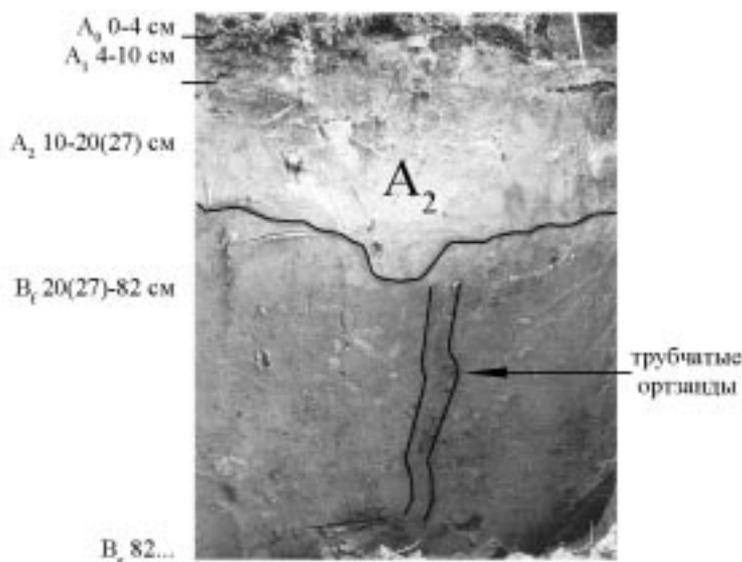


Рис. 3 Т. 829. Дерново-подзолистая иллювиально-железистая карманистая профильно оглеенная супесчаная на флювиогляциальных песках (фото Н. И. Волковой)

Формируются они под сосняками лишайниково-кустарничковыми, елово-сосновыми осокозлаковыми лесами, елово-берёзовыми и березово-сосновыми папоротниково-молиниевыми лесами, под березняками с примесью липы волосисто-осоковыми. Профиль этих почв идентичен профилю дерново-подзолистых иллювиально-железистых почв с той лишь разницей, что граница между элювиальным горизонтом (A<sub>2</sub>) и иллювиальным (B) не ровная или волнистая, а с длинными языками (рис. 1, 2, 3, 5).

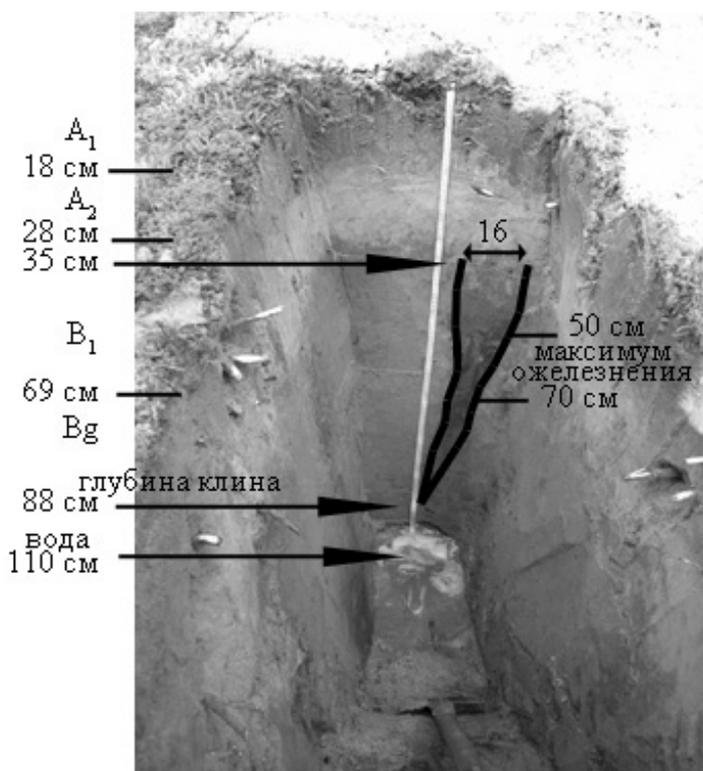
При средней глубине подзолистого горизонта 18–25 см карманы проникают на глубину 35–40 см, а языки опускаются до 60–85 см (рис. 1, 2, 3, 5). Под языками часто образуются плотные ортзанды. Форма ортзандов бывает различной: чаще всего вокруг языка или кармана образуется плотная ожелезнённая корка (рис. 1), часто ортзанд образует под языком или карманом самостоятельное тело (рис. 2), иногда ортзанды образуют вертикальные трубки, не связанные своей верхней частью с подзолистым горизонтом (рис. 3), длиной 60 см и более. Иногда под элювиальным горизонтом, не имеющим языков или карманов, образуются ортзанды в виде клиньев длиной до 50 и более см (рис. 4).

Исследование языков и карманов в дерново-подзолистых иллювиально-железистых языковатых почвах представляет большой интерес. Языки и карманы, окружённые железистыми корками, могут иметь реликтовое происхождение (Гаврилова и др., 1972). В этом случае иллювиально-железистый горизонт, «разорванный» языками и карманами, рассматривается авторами как остатки реликтового горизонта, свидетельствующего о былой гидрогенной стадии развития почвы. При дальнейшем формировании профиля дерново-подзолистой почвы реликтовый горизонт

служит водоупором.

Формирование языков и карманов возможно и в настоящее время как следствие переувлажнения дополнительной влагой, поступающей с повышенных элементов рельефа. Возможно, что определённую роль при этом играют процессы сезонного промерзания и оттаивания. В водонасыщенных почвогрупах зимой образуется фронт промерзания, что приводит к образованию полос-

Рис. 4. Т. 655. Дерново-подзолистая иллювиально-железистая с ожелезнённым клином глубоко оглеенная песчаная на флювиогляциальных песках (фото Н. И. Волковой)



чато-льдистых структур. В песчаных почвогрунтах с хорошей водопроницаемостью вода образует вертикальные потоки с возникновением ледяных жил – псевдоморфоза. При оттаивании вниз к грунтовым водам из элювиального горизонта устремляется светлый мелкозем, образующий языки. Изучение возникновения языков и клиньев в этом регионе несомненно представляет большой интерес.

На водораздельных пространствах, кроме вышеупомянутых почв, широко распространены болотно-подзолистые и болотные почвы. Первые занимают нижние части длинных выположенных склонов, очень слабо дренированных, а болотные встречаются в бессточных понижениях обширных плоских водоразделов и в присклоновых понижениях при переходе одной ступени (по Фридману) в другую. Так как наш собственный полевой материал, касающийся болот, очень скуден, то для получения подробной характеристики болот необходимы серьезные исследования.

Аллювиальные почвы представлены на высокой и низкой поймах всем своим разнообразием – от примитивных слоистых до болотных иловато-торфяных.

На территорию заповедника была составлена предварительная карта-схема почвенно-географического районирования. За основную элементарную единицу был принят район, характеризующийся одним типом мезоструктуры почвенного покрова. Основой для выделения районов послужили почвообразующие и подстилающие породы, рельеф и почвенный покров. Границы почвенных районов совпадают с границами ландшафтов, местностей и комплексов урочищ ландшафтной карты, не пересекая их, но внутри некоторых местностей выделены дополнительные районы (см. карту-схему на стр. 13).

Район 1. Характеризуется хорошим дренажем, близким подстиланием моренных суглинков, перекрытых маломощной толщей песков, и, в связи с

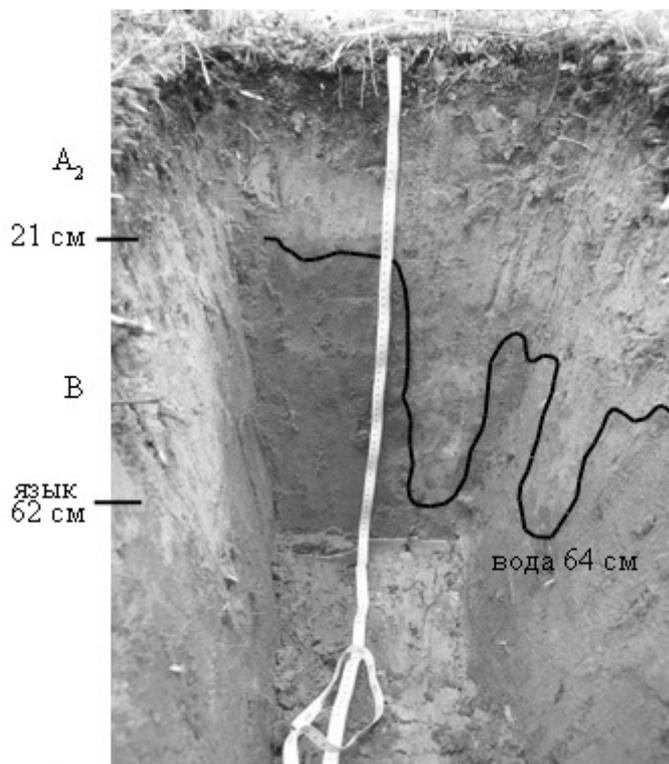


Рис. 5. Т. 649. Дерново-подзолистая иллювиально-железистая языковатая супесчаная на флювиогляциальных песках (фото Н. И. Волковой)

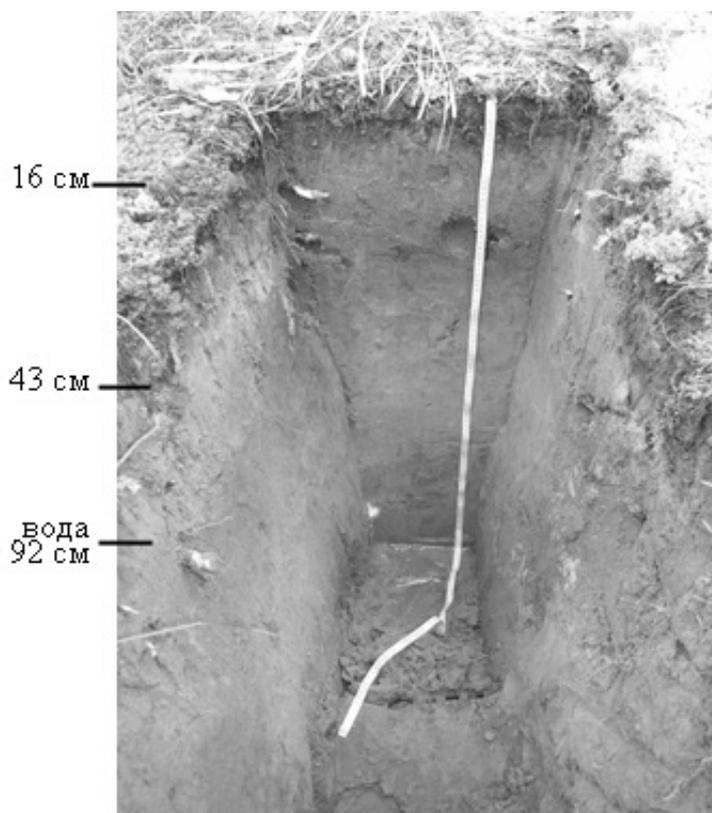


Рис. 6. Т. 648. Дерново-подзолистая иллювиально-железистая глубоко оглеенная супесчаная на флювиогляциальных песках (фото Н. И. Волковой)

этим, преобладанием дерново-подзолистых иллювиально-железистых неоглеенных, иногда псевдофибровых почв в сочетании с дерново-подзолистыми, иногда языковатыми и карманистыми почвами, оглеенными на контакте с моренными суглинками.

Район 2. Степень дренированности этой слабонаклонной равнины гораздо меньше. Моренные отложения залегают глубже и толщина флювиогляциальных песков мощнее. В почвенном покрове наблюдается сочетание дерново-подзолистых иллювиально-железистых языковатых и псевдофибровых, в разной степени оподзоленных и оглеенных, с дерново-подзолистыми иллювиально-гумусово-железистыми, а также болотными почвами в замкнутых понижениях.

Район 3. Дренированность этого района весьма низкая, на поверхности залегают мощная толщина флювиогляциальных песков, что привело к образованию больших пространств болот в сочетании с небольшими площадями болотно-подзолистых почв и борových песков на отдельных эоловых формах.

Район 4. На этой слабонаклонной флювиогляциальной равнине сформированы основные площади дерново-подзолистых иллювиально-железистых и, в меньшей степени, иллювиально-гумусово-железистых, языковатых, карманистых и псевдофибровых почв. Они встречаются в сочетании с болотно-подзолистыми и болотными почвами в узких долинах притоков р. Керженец.

Район 5. Та же зандровая равнина, осложненная эоловыми образованиями (гривы, дюны, бугры) с почвами борových песков на их вершинных поверхностях и дерново-подзолистыми и, в меньшей степени, дерново-подзолисто-иллювиально-железистыми почвами в средних и нижних частях склонов.

Район 6. На этой слабонаклонной иллювиально-флювиогляциальной равнине наряду с почвами, встреченными в районе 5, отмечаются небольшие участки болот. Эоловых форм значительно меньше, что привело к сокращению участков с борowymi песками.

Район 7. Останец моренной гряды – Рустайский увал, сложенный днепровскими валунными суглинками и супесями, перекрытыми маломощными флювиогляциальными песками, с дерново-подзолистыми, в разной степени оподзоленными почвами, а также дерново-подзолистыми контактно-оглеенными на двучленных отложениях.

Район 8. Эта поверхность осложнена эоловыми формами рельефа. Наиболее дренированные участки распаханы, на них сформировались дерново-подзолистые окультуренные почвы. На остальной

поверхности террасы сформированы дерново-подзолистые иллювиально-железистые почвы оподзоленные и оглеенные, в сочетании с крупными массивами верховых болот.

Район 9. Первая надпойменная терраса и высокая пойма представлены сложными сочетаниями дерново-подзолистых почв на песках и суглинках с болотами и широким спектром иллювиальных почв.

Представленная карта-схема носит предварительный характер и требует доработок и уточнений.

В заключение нельзя не упомянуть о встретившимся на территории заповедника техногенном загрязнении почв. В нескольких почвенных шурфах (кв. 60), вскрывших почвенно-грунтовые воды (на глубине 60–70 см), на их поверхности была обнаружена «радужная» пленка. Подобные пленки образуются в результате фильтрации бензина и других нефтепродуктов сквозь толщу почвы до грунтовых вод. Суглинками и глинами нефтепродукты сорбируются, а в песках они переносятся грунтовыми водами на многие километры (Методические рекомендации..., 2002). При недостаточной дренированности нефтепродукты могут оставаться на одном месте долгие годы, что, безусловно, сказывается на лесорастительных условиях территории.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гаврилова И. П., Долгова Л. С.* Песчаные почвы среднегаежной подзоны Западной Сибири // Природные условия Западной Сибири. М., 1972. С. 34–51.
- Добровольский Г. В., Урусовская И. С.* Почвенный покров. Почвенно-геологические условия Нечерноземья. М., 1984. С. 387–461.
- Докучаев В. В.* Главные моменты в истории оенок земель Европейской России с классификацией русских почв. Соч., т. 4. М.–Л., 1950. С. 171.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. С. 90–101.
- Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. С. 11–203.
- Методические рекомендации по выявлению, обследованию, паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами. М.: Гидэк, 2002. С. 8–31.
- Никитин Б. А., Горицунов С. А.* К истории изучения почв Горьковской области. // Свойства некоторых почв Горьковской области. Горький, 1978. С. 3–14.
- Рабочая классификация почв Горьковской области.* Горький: изд. Горьк. с-х ин-та, 1990. С. 18–22.
- Фридман Б. И., Кораблева О. В.* Геология и рельеф Керженского заповедника // Тр. ГПЗ «Керженский». Т. 1. 2001. С. 7–70.

УДК 551.435.13+556.537(470.341)

## МОРФОЛОГИЯ И ДЕФОРМАЦИИ РУСЛА РЕКИ КЕРЖЕНЕЦ В ПРЕДЕЛАХ ГРАНИЦ КЕРЖЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

О. В. Кораблева

*Государственный природный биосферный заповедник «Керженский»*

Морфологическая характеристика реки связана с геологическим строением, гидрологическим и ледовым режимом, антропогенным воздействием. Данные условия влияют и на деформации русла. Керженец имеет широкую речную долину с террасами и поймой. Пойма преимущественно аккумулятивная, сложенная песками и супесями, но встречается и цокольная из коренных пород. Русло свободно меандрирующее, широкопойменное, на котором происходит свободное развитие русловых деформаций. В русле преобладают крутые и пологие сегментные, реже синусоидальные и петлеобразные свободные излучины. По оси русла р. Керженец проходит западная граница государственного природного биосферного заповедника «Керженский»; деформации русла реки постоянно изменяют территорию и площадь заповедника. С целью составления прогноза деформаций русла Керженца на заповедном участке был организован мониторинг за размывами вогнутых берегов трех излучин разной формы и кривизны. Средняя скорость размыва вогнутых берегов на мониторинговых излучинах р. Керженец за последние 3–5 лет составила 1 м/год.

**Ключевые слова:** р. Керженец, рельеф, речная долина, терраса, пойма, русло, половодье, межень, излучина, русловые деформации, скорость размыва.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т.3. С. 19-27

Керженец – река Нижегородского Заволжья, левый приток Волги, общей протяженностью около 300 км. В государственный природный биосферный заповедник «Керженский» входит небольшой участок – 33,4 км этой реки в ее среднем течении (по мнению А. В. Чернова – в нижнем течении). Русло имеет субмеридиональное направление. Зарождаясь на склонах Заволжской рудиментальной сниженной возвышенности (на Белолухских Увалах), Керженец с севера на юг пересекает все пространство, на котором в прошлые геологические эпохи позднего кайнозоя в субширотном направлении протекала неогеновая и плейстоценовая Пра-Волга, сформировавшая обширную аккумулятивную равнину, впоследствии размытую и перемытую тальми ледниковыми водами (Фридман, Кораблева, 2001). По геоморфологическому районированию Б. И. Фридмана (1999) русло Керженца в среднем течении пересекает две аккумулятивные равнины: субгоризонтальную всхолмленно-гривистую равнину ледникового и водно-ледникового происхождения, перекрывающую древний доледниковый флювиальный рельеф с абсолютными высотами 130–150 м, и Волжско-Ветлужскую низину перигляциального происхождения с дюнным и всхолмленно-гривистым рельефом, с продольными, диагональными, параболическими дюнами с абсолютными высотами 100–130 м. Самые верхние дочетвертичные породы, на которых залегают четвертичные, относятся к татарскому ярусу пермской системы и

представлены алевритами, глинами, мергелями, известняками, доломитами, иногда выходящими на поверхность практически по левым берегам Керженца. В пределах границ заповедника такие обнажения встречаются в русле р. Керженец у бывшего пос. Пугай и в устье р. Пугай (южная граница Керженского заповедника). В целом все русло р. Керженец сложено песками преимущественно мелкозернистыми, разнотернистыми, кварцевыми, светло-желтыми, хорошо окатанными. Подобное литологическое строение предопределяет широкопойменный характер русла этой реки и ее притоков.

В долине Керженца выделяются русло, пойма и две надпойменные террасы. Ширина русла колеблется от 26 до 70 м, в среднем 50 м. Отношение  $v/V$  ( $v$  – ширина русла,  $V$  – ширина поймы) достигает  $50/1000 = 1/25$ . Высота пойменной террасы предположительно 4 м. Ширина разная, местами пойма очень узкая, всего 10–20 м, но там, где пойма изобилует старицами и протоками, ее ширина увеличивается до 1 км, а местами и более. Пойма сегментно-гривистая, на которой выделяются низкая (молодая) и высокая (зрелая). Низкая пойма – преимущественно песчаная, с обширными пляжами. На зрелых поймах по влиянию на их поверхность полых вод выделяются три основные части. Максимальное по крупности и количеству накопление наносов происходит вблизи русла, где наблюдается наибольший перепад скоростей воды во время половодья; поэтому поверхность

там самая высокая, а непосредственно вдоль русла возникают песчаные прирусловые валы. По мере удаления от русла крупность и количество наносов уменьшается, поверхность поймы ниже; такая пойма волнистая и гривистая. В тыловой части поймы, где она граничит с террасой или бортом долины, откладывается самый мелкий материал, поэтому поверхность поймы там низкая, подвержена наиболее длительному затоплению, заболочена. В этой части поймы встречаются обводненные старицы. Низкая пойма представлена аллювиально-разнотравным и белокопытниковым фитоценозом, пойменным ивняком, молодым сосняком. На высокой пойме произрастают сосняки разных типов, их дополняют хвойно-широколиственные леса, реже отдельные участки из дуба и липы. В межгрядье растут березняки с липой разнотравные, березняки влажнотравные. Многочисленные староречья, занятые преимущественно черноольшаниками, и старицы

дополняют сложную структуру поймы. Береговые склоны реки песчаные, нередко обнаженные, крутые и очень крутые, чаще покатые задернованные и закустаренные (Волкова и др., 2005).

Первая надпойменная терраса узкая, иногда оставшаяся в виде останцов на пойме. Если в левобережной части долины терраса узкая, то в правобережье она широкая и наоборот. Высота поверхности данной террасы 5 м над урезом реки. Ширина до 2.0 км. На первой надпойменной террасе расположена часть пос. Рустай, называемая Сплавной. Наиболее широко распространена вторая надпойменная терраса. Она имеет ширину на левобережье до 3.5–4.3 км. Уровень террасы возвышается над меженным уровнем Керженца на 6–8, на бывших прирусловых валах – до 12 м. Большая часть этой поверхности ровная и представляет собой обширное болото открытого типа или поросшее мелкоствольным угнетенным сосновым лесом, растущим в условиях избыточно-

го увлажнения. Особенно большие территории принадлежат болотам Вишенскому и Маслову. Эти болота далеко вдаются в склон долины, образуя обширное левобережное расширение. Болота ограничены с запада хорошо выраженными прирусловыми валами, сложенными бугристыми сыпучими песками, обработанными эоловыми процессами. Террасы сложены песками, преимущественно серыми, кварцевыми, мелкозернистыми. Рыхлый состав отложений речной долины создает условия для свободного развития русловых деформаций.

По гидрологическому режиму Керженец принадлежит к Восточно-Европейскому типу, характеризующемуся высоким весенним половодьем, высокой или низкой летней меженью с вероятными дождевыми паводками, невысокими осенними паводками и низкой устойчивой зимней меженью (Манкиш, Баянов, 2001). Половодье начинается с начала апреля. Средний срок начала половодья, по данным Н. Г. Баянова, приходится за последнее десятилетие на 6 апреля.

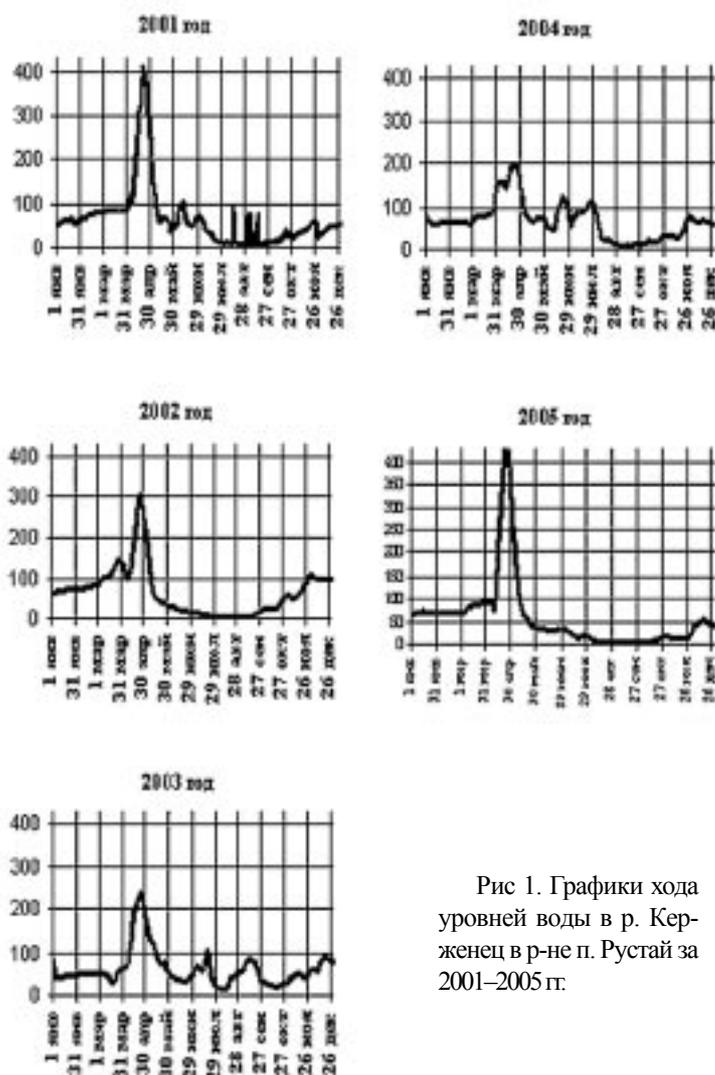


Рис 1. Графики хода уровней воды в р. Керженец в р-не п. Рустай за 2001–2005 гг.

Длительность подъема 17 дней, затем уровень воды медленно понижается, в среднем спад продолжается 24 дня до конца мая. Далее наступает меженный летний и осенний период, иногда происходит за счет интенсивных дождей кратковременный подъем уровня воды. По мониторинговым наблюдениям сотрудников заповедника (рис. 1) можно сказать, что наибольшие половодья были в 2001 г. (410 см) и в 2005 г. (438 см). 2001 г. характеризовался летними кратковременными подъемами воды (в среднем 70–80 см) на реке. В 2003 и в 2004 гг. также зафиксированы летние паводки, связанные с обильными дождями в весенний и летний периоды. В остальные годы уровень воды летом и осенью был довольно стабильным. По данным гидропоста в с. Хахалы Семеновского района определено, что среднегодовой расход воды на Керженце составляет 22.6 м<sup>3</sup>/с, а наибольший среднегодовой приходится на апрель, он составляет 114 м<sup>3</sup>/с. Скорость воды в реке также различается: средняя минимальная скорость в межень – 0.2 м/с, средняя максимальная в половодье – 0.9 м/с. Средняя годовая скорость для Керженца составляет 0.4 м/с.

Данные характеристики говорят о том, что внутригодовое распределение стока (водный режим) определяет, в первую очередь, тип руслового режима – совокупности характерных изменений русла под действием водного потока во времени (Чалов, 1997). Механизм влияния этого фактора на русла и поймы сложен и неоднозначен. В русловых процессах от водного режима зависят, в первую очередь, особенности рельефа русловых форм: при высокой неравномерности стока, частом прохождении пиков паводков в руслах возникает очень сложная, иерархично построенная система гряд разных размеров, в основном соответствующих расходам и уровням этих пиков (Сидорчук, 1992). В крупные гряды вкладываются гряды меньших размеров, затем – еще меньших и т. д. Колебания уровней воды отражаются и на увеличении темпов размыва берегов: при больших подъемах и, соответственно, расходах и скорости воды увеличивается эрозия берегов, они очень сильно разрушаются, происходит и выпадение древесной растительности, т. к. при такой мощности потока идет размывание корней, и деревья образуют завалы по размываемым береговым склонам реки. На намываемых берегах при большом половодье происходит интенсивная аккумуляция аллювия (Чернов, Кораблева, 2003).

Ледовые явления, происходящие на реке, также могут вызвать определенные деформации русла. В зимний период русло реки промерзает на

большую глубину. Максимальная толщина льда 81–88 см (Манкиш, Баянов, 2001), средняя – 39 см. Весной при медленном таянии льда на реке наблюдается ледоход. Среднегодовые сроки его начала на р. Керженец приходятся на 13 апреля. Во время ледохода лед движется очень быстро, разрушая завалы; иногда у завалов образуются огромные заторы льда, которые под сильным напором воды разрушают берега. Именно во время ледохода и происходят очень интенсивные русловые деформации. Ледовый ход проходит на реке за несколько дней до максимального уровня воды. За последние пять лет пик половодья наступал через 9–25 дней после ледохода.

На морфологические характеристики и многие русловые процессы оказывает влияние и антропогенный фактор. Наиболее сильным воздействием на русло и в целом на все условия реки была массовая вырубка лесов в долине Керженца с 1940 г. по 1980 г. Именно в эти годы отмечается быстрый рост лесозаготовительных организаций. Усиленная вырубка истощила лесосырьевую базу и повлияла на гидрорежим реки. До начала вырубок сток по реке и ее притокам осуществлялся более равномерно, чем сейчас: весенние воды не сразу стекали в реки, а задерживались в верховых и низинных болотах, существовавших на водоразделах. В реку они поступали в меженный период – тем самым, объем стока половодья на реках был относительно небольшим за счет относительно повышенного стока в межень. Соответственно, руслоформирующие расходы воды отличались меньшими значениями. Условия динамического равновесия русел предполагали, что весь песчаный материал, попадающий в реки при размыве их берегов, переносился ими вниз по течению и, в конечном итоге, выносился в Волгу (Чернов, Киселева, 1999). В эти же годы происходило осушение болот, где велись активные торфопроизводства, особенно большие площади заброшенных в настоящее время торфополей располагаются в правобережье р. Керженец. В результате уменьшения болот и иссушения верхнего почвенного слоя увеличилась амплитуда величин уровней воды в половодье и в межень, т. к. весенний сток перестал задерживаться в бассейне; в меженный период, напротив, воды в реках стало меньше из-за того, что не стало источников подпитки рек водой. В целом, возросла неравномерность стока, что отразилось на увеличении значений руслоформирующих расходов воды, проходящих, как известно, во время половодий. В результате, увеличилась интенсивность размывов

берегов рек и, как следствие, возросло количество песка, попадающего в русла. Очень сильно на экологическое состояние реки повлиял молевой сплав леса, проходивший практически с образования поселка в начале XX века и до 70-х годов, в результате река сильно обмелела и была захламлена. Песок усиленно стал аккумулироваться на дне русла, что привело к обмелению реки. В 70-х годах через р. Керженец (у п. Рустай) строилась перетяга, представлявшая собой спиленные деревья, перетянутые тросом). Перетяга или боны нужны, чтобы сохранить мост, находящийся ниже по течению, от двигающегося в половодье льда. Иногда на месте этих бонь образовывались заторы из льда и деревьев. В настоящее время перетяга постепенно разбирается местными жителями, волонтерами, приезжающими в заповедник. Данная перетяга практически не нужна, т. к. в 80-х годах построен железнодорожный мост через Керженец. Берега реки укреплены бетонными плитами, что обеспечивает их неразмываемость.

Русло р. Керженец – свободно меандрирующее, широкопойменное, на котором происходит свободное развитие русловых деформаций. Это подтверждается тем, что поток легко размывает сложенные рыхлыми отложениями берега. В русле образуются грядовые формы рельефа, которые способствуют его блужданию и формированию широкопойменного русла. При обследовании реки в русле наблюдались не только побочки, но и осередки, и косы. Следующим подтверждением того, что русло широкопойменное, является соотношение между шириной дна долины (Вд) и пояса блуждания русла (пояса меандрирования) (Вм). Если  $V_d = V_m$  – русло адаптированное, если  $V_d > V_m$  – русло широкопойменное, при  $V_d < V_m$  – русло врезанное. В нашем случае соотношение составляет 10:1, русло широкопойменное. В пределах границ Керженского заповедника в русле Керженца есть проявления ограниченного развития русловых деформаций – это в устье р. Пугай; в данном месте на протяжении 1.4 км пойма цокольная, т. к. сложена коренными отложениями из трудноразмываемых горных пород – глин и мергелей. У пос. Рустай образовалось адаптированное русло под действием антропогенного фактора – берега укреплены бетонными плитами и являются неразмываемыми

ми. Итак, в большей части Керженец меандрирует, образуя излучины, его извилистость (соотношение длины русла к оси долины) равна 1.68. В русле преобладают крутые и пологие сегментные, реже синусоидальные и петлеобразные свободные излучины в окружении пойменных берегов. По оси русла р. Керженец проходит западная граница государственного природного биосферного заповедника «Керженский»; деформации русла реки постоянно изменяют территорию и площадь заповедника: при размыве левого берега и намыве правого площадь заповедника сокращается,



Рис. 2. Участок русла р. Керженец с пробными стационарными площадками (ПП1, ПП2, ПП3), по которым определяется интенсивность размыва берегов

при обратных процессах – наоборот увеличивается. Особенно значимыми являются приращения или потери площади при спрямлении излучин, когда шпоры крутых излучин размываются, и излучины оказываются на другом берегу реки – либо в составе заповедника, либо вне его. С целью составления прогноза деформаций русла Керженца на заповедном участке, который возможен только при проведении детальных наблюдений за горизонтальными русловыми деформациями р. Керженец, было организовано постоянное наблюдение за размывом вогнутых берегов трех излучин разной формы и кривизны (рис. 2). Определение размыва берегов излучин в разных точках вдоль их вогнутого берега осуществляется при периодическом изменении расстояний между линией берега и зафиксированными реперами, в качестве которых

используются специально помеченные деревья. Отдельные деревья-репера могут оказываться в опасной зоне размыва и со временем падать в

реку; в этом случае заблаговременно назначают репера-дублиеры, по которым затем продолжается измерение размывов берега. Измерения проводятся, как правило, два раза в году: в июне после половодья и в сентябре – октябре при переходе летней межени в зимнюю. В годы с

Таблица 1. Интенсивность размыва вогнутого берега излучины на пробной площади № 1 в половодье, паводки и меженные периоды, 2001–2005 гг.

| № опорной точки       | Элементы излучины | 2001 г., половодье | 2001 г., межень | 2002 г., половодье | 2002 г., межень | 2003 г., половодье | 2003 г., межень | 2004 г., половодье | 2004 г., паводок | 2004 г., межень | 2005 г., половодье | 2005 г., межень | Общий размыв по точкам |      |
|-----------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------------|------|
| 1                     | Вершина           | 0.8                | 0.0             | 0.25               | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.2                | 0.2              | 0.0             | 0.8                | 0.0             | 2.25                   |      |
| 2                     |                   | 0.6                | 0.2             | 0.5                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 1.3                    |      |
| 3                     |                   | 1.7                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.8              | 0.0             | 0.0                | 0.6             | 0.0                    | 3.1  |
| 4                     |                   | 0.0                | 0.0             | 0.3                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 1.3              | 0.0             | 0.0                | 0.1             | 0.0                    | 1.7  |
| 5                     |                   | 1.1                | 0.0             | 0.3                | 0.0             | 1.1                | 0.0             | 1.7                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.8             | 0.0                    | 5.0  |
| 6                     |                   | 1.1                | 0.0             | 0.2                | 0.0             | 3.2                | 0.0             | 1.4                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.7             | 0.0                    | 6.6  |
| 7                     |                   | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 1.0                | 0.0             | 0.1                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 2.5             | 0.0                    | 3.6  |
| 9                     | Нижнее крыло      | 4.1                | 0.0             | 0.5                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 1.6                | 0.7              | 0.0             | > 2.0              |                 | >8.9                   |      |
| 10                    |                   | 0.7                | 0.1             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.7              | 0.0             | >1.5               |                 | >3.0                   |      |
| 11                    |                   | 1.65               | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.8                | 0.2             | 0.0                | 0.0              | 0.0             | >1.5               |                 | >4.15                  |      |
| 12                    |                   | 2.25               | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.15               | 0.0             | 0.2                | 0.2              | 0.0             | >1.3               |                 | >4.1                   |      |
| 13                    |                   | >3.0               |                 |                    |                 |                    |                 |                    |                  |                 |                    |                 |                        | >3.0 |
| 14                    |                   | 1.0                | 0.0             | 1.1                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.6                | 0.3              | 0.0             | 3.2                | 0.8             |                        | 7.0  |
| 15                    |                   | 0.7                | 0.0             | 3.3                | 0.1             | 0.0                | 0.0             | 0.2                | 0.1              | 0.0             | 0.8                | 0.0             |                        | 5.2  |
| 16                    |                   | 2.9                | 0.1             | 0.0                | 0.1             | 0.0                | 0.0             | 0.6                | 0.0              | 0.0             | 2.0                | 0.0             |                        | 5.7  |
| 17                    |                   | 2.8                | 0.0             | 0.5                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 1.0                |                  |                 |                    |                 |                        | 4.3  |
| 18                    |                   | 4.65               | 0.0             | 0.05               | 0.0             | 0.8                | 0.0             | 0.2                | 0.0              | 0.0             | 0.2                | 0.0             |                        | 5.9  |
| 19                    |                   | 5.8                | 0.0             | 0.7                | 0.0             | 0.8                |                 |                    |                  |                 |                    |                 |                        | 7.3  |
| 20                    | 3.4               | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 1.2             |                    |                  |                 |                    |                 | 4.6                    |      |
| 21                    | >3.2              |                    |                 |                    |                 |                    |                 |                    |                  |                 |                    |                 | >3.2                   |      |
| 22                    | Верхнее крыло     |                    | 0.35            | 0.2                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.55                   |      |
| 23                    |                   |                    | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 1.6                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 1.6                    |      |
| 24                    |                   |                    | 0.0             | 0.53               | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.53                   |      |
| 25                    |                   |                    | 0.3             | 0.4                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.1                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.8                    |      |
| 26                    |                   |                    | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                    |      |
| 27                    |                   |                    | 0.0             | 1.0                | 0.0             | 0.2                | 0.0             | 0.0                | 0.1              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                    | 1.3  |
| 28                    | Нижнее крыло      |                    | 0.0             | 1.3                | 0.0             | 1.2                | 0.0             | 0.8                | 0.0              | 0.0             | 3.4                | 0.2             | 6.5                    |      |
| 29                    |                   |                    | 0.0             | 3.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.2                | 0.3              | 0.0             | 6.6                | 0.0             | 10.1                   |      |
| 30                    |                   |                    | 0.0             | 1.3                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.3                | 0.0              | 0.0             | >5.4               |                 | >7.0                   |      |
| 31                    |                   |                    | 0.0             | 1.2                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.5                | 0.0              | 0.0             | 1.5                | 0.0             | 3.2                    |      |
| 32                    |                   |                    | 0.5             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.4                | 0.0              | 0.0             | 1.0                | 0.0             | 1.9                    |      |
| 33                    |                   |                    | 0.0             | 0.7                | 0.0             | 1.1                | 0.0             | 0.5                | 0.0              | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                    | 2.3  |
| 34                    |                   |                    | 0.65            | 0.4                | 0.0             | 0.0                | 0.0             | 0.0                | 0.0              | 0.0             | 1.4                | 0.0             | 2.45                   |      |
| <b>Средний размыв</b> |                   | <b>1.98</b>        | <b>0.1</b>      | <b>0.6</b>         | <b>0.0</b>      | <b>0.3</b>         | <b>0.0</b>      | <b>0.5</b>         | <b>0.1</b>       | <b>0.0</b>      | <b>1.3</b>         | <b>0.0</b>      | <b>3.9</b>             |      |

Примечания. Пустые ячейки – нет данных, т. к. реперы полностью смыты; значение, впереди которого стоит знак «>», значит, что дерево-репер было смыто водой, поэтому размыв был немного больше, чем расстояние от берегового склона до дерева. Средние размывы определялись делением общей суммы всех размывов на количество лет наблюдений.

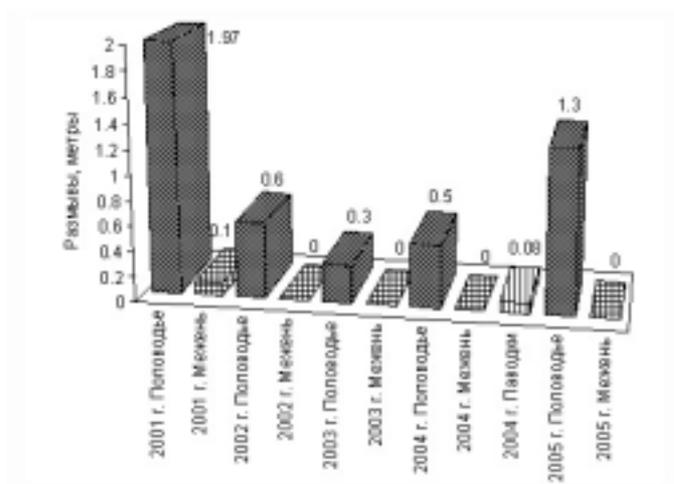


Рис. 3. Интенсивность размыва берега р. Керженец на пробной площадке № 1 в половодья, паводки и меженные периоды, 2001–2005 гг.

высокими дождевыми паводками после их прохождения могут проводиться дополнительные измерения. Подобная периодичность позволяет решить задачу определения сезона (фазы гидрологического режима), когда русловые деформации происходят с максимальной интенсивностью.

Площадка № 1, измерения на которой производятся с 2001 г., представляет собой сегментную крутую излучину с левым размываемым вогнутым высоким пойменным берегом;

Таблица 2. Интенсивность размыва вогнутого берега излучины на пробной площадке № 2 в половодья и меженные периоды, 2003–2005 гг.

| № опорной точки       | Элементы излучины | 2003 г.,    |            | 2004 г.,   |            | 2005 г.,   |            | Общий размыв по точкам |
|-----------------------|-------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------------|
|                       |                   | половодье   | межень     | половодье  | межень     | половодье  | межень     |                        |
| 1                     | Верхнее крыло     | 0.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.2        | 0.0        | 0.6                    |
| 2                     |                   | 1.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 1.0                    |
| 3                     |                   | 0.3         | 0.0        | 0.3        | 0.0        | 0.7        | 0.0        | 1.3                    |
| 4                     |                   | 0.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 4.2        | 0.0        | 4.2                    |
| 5                     |                   | 1.2         | 0.0        | 0.6        | 0.0        | 2.2        | 0.0        | 4.0                    |
| 6                     | Вершина           | 0.0         | 0.0        | 1.3        | 0.0        | 1.9        | 0.0        | 3.2                    |
| 7                     |                   | 0.6         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 1.5        | 0.0        | 2.1                    |
| 8                     |                   | 0.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 4.0        | 0.0        | 4.0                    |
| 9                     | Нижнее крыло      | 0.2         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 2.8        | 0.0        | 3.0                    |
| 10                    |                   | 0.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | 4.6        | 0.0        | 4.6                    |
| 11                    |                   | 0.0         | 0.0        | 0.2        | 0.0        | 7.1        | 0.0        | 7.3                    |
| 12                    |                   | 0.3         | 0.0        | 1.6        | 0.0        | 7.9        | 0.0        | 9.8                    |
| 13                    |                   | 0.0         | 0.0        | 0.1        | 0.0        | 2.0        | 0.0        | 2.1                    |
| <b>Средний размыв</b> |                   | <b>0.28</b> | <b>0.0</b> | <b>0.3</b> | <b>0.0</b> | <b>3.0</b> | <b>0.0</b> | <b>3.6</b>             |

Кизв излучины ( $l/L$ , где  $l$  – длина по руслу излучины,  $L$  – длина ее шага) равен 1.82. Пойма сложена песчано-супесчаным аллювием, высота уступа составляет 3.3 м. Пойменная поверхность покрыта елово-сосновым лесом, она осложнена ложбинами и гривами, при этом часть ложбин в результате размыва берега оказалась открытой к руслу – в них вскрываются суглинки и торф. Наиболее интенсивный размыв берегов на данной площади отмечался в 2001 и 2005 гг., тогда как в промежуточные годы он был в целом значительно слабее. Так, средний размыв берега в 2001 и 2005 гг. составил, соответственно, 1.97 и 1.3 м/год, тогда как в 2002 г. – 0.6 м/год, в 2003 г. – 0.3 м/год, в 2004 г. – 0.5 м/год (рис. 3). Средняя скорость размыва берегов излучины за 5 лет составила около 1 м/год. Реальные же скорости размыва берегов на отдельных участках излучины колебались от 0 до 6.6 м/год (табл. 1).

Площадка № 2 представляет собой крутую, почти петлеобразную излучину р. Керженец (Кизв = 2.15). Ее вогнутый берег, измерения размыва которого производятся на этой площадке, принадлежит высокой пойме, относительная высота которой составляет 3 м над меженным урезом. Поверхность поймы покрыта еловым лесом с примесью березы и липы, ее рельеф у бровки относительно выровненный, сложен пойменный уступ песчано-супесчаным аллювием.

Измерения на площадке начались весной 2003 г. Все размывы берега происходят только в половодье; максимальный размыв берега (4–8 м/год) приурочен, скорее, к нижней части вершины излучины, хотя и в самой вершине излучины максимальная интенсивность размыва достаточно велика – 1–4 м/год; средняя скорость размыва вогну-

наблюдений на этой площади можно сделать те же выводы, что и при рассмотрении измерений на двух предыдущих площадках: в межень размывов не происходит, интенсивный размыв берегов происходит во время половодий; наиболее интенсивные горизонтальные русловые деформации наблюдались в половодье 2005 г., тогда как в два предыдущих года их интенсивность была на порядок меньше; размывается преимущественно нижнее крыло излучины (что, в общем, типично для пологой излучины). Максимальная скорость раз-

Таблица 3. Интенсивность размыва вогнутого берега излучины на пробной площадке № 3 в половодья и меженные периоды, 2003–2005 гг.

| № опорной точки       | Элементы излучины | 2003 г.,   |            | 2004 г.,    |            | 2005 г.,   |            | Общий размыв по точкам |
|-----------------------|-------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------------------|
|                       |                   | половодье  | межень     | половодье   | межень     | половодье  | межень     |                        |
| 1                     | Верхнее крыло     | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 0.4        | 0.0        | <b>0.4</b>             |
| 2                     |                   | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 0.4        | 0.0        |                        |
| 3                     |                   | 4.6        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        |                        |
| 4                     | Вершина           | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 0.0        | 0.0        | <b>0.0</b>             |
| 5                     |                   | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 1.5        | 0.0        |                        |
| 6                     |                   | 0.7        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 3.6        | 0.0        |                        |
| 7                     | Нижнее крыло      | 1.6        | 0.0        | 0.1         | 0.0        | 1.1        | 0.0        | <b>2.8</b>             |
| 8                     |                   | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 3.4        | 0.0        |                        |
| 9                     |                   | 0.0        | 0.0        | 1.6         | 0.0        | 3.0        | 0.0        |                        |
| 10                    |                   | 0.0        | 0.0        | 0.0         | 0.0        | 4.9        | 0.0        |                        |
| <b>Средний размыв</b> |                   | <b>0.7</b> | <b>0.0</b> | <b>0.17</b> | <b>0.0</b> | <b>1.8</b> | <b>0.0</b> | <b>2.7</b>             |

того берега в половодье 2005 г. (3 м/год) в 10 раз превысила среднюю скорость размыва этого же берега в два предыдущих года. Это перекликается с результатами измерений на площадке № 1, где максимальные размывы также отмечались в 2001 г. и в 2005 г.; средняя скорость размыва всего берега за 3 года составила 1.2 м/год, тогда как в 2005 г. берег в нижнем крыле излучины отступил на 7.9 м (табл. 2).

Сравнивая интенсивность размыва на первой и второй площадках, можно отметить, что на более крутой излучине (площадка № 2) максимально быстрый размыв составил 7.9 м (в 2005 г.), тогда как на менее крутой сегментной излучине (площадка № 1) – всего 6.6 м.

Площадка № 3 организована на очень пологой развивающейся излучине (Кизв = 1.2). Размывается слабоизогнутый берег высокой поймы (3.5 м над меженью), покрытый еловым и сосновым (в нижнем крыле) лесом и сложенный песчано-супесчаным аллювием. Наблюдения за размывом этого берега начались в 2003 г. По результатам

размыва, зафиксированная в нижнем крыле пологой излучины, составила 4.9 м (в 2005 г.) (табл. 3), что ниже, чем на крутых сегментной и петлеобразной излучинах.

Полученные результаты наблюдений за размывом вогнутых берегов трех различных по кривизне излучин требуют объяснения в части их неравномерности по отдельным годам. На рисунке 1 показаны графики хода уровней воды в р. Керженец за период 2001–2005 гг. Их можно объединить в три группы: с относительно высоким половодьем (более 400 см), с относительно невысоким половодьем и дождевыми паводками и относительно невысоким половодьем и отсутствием дождевых паводков. Так как выше было показано, что размывы берегов осуществляются почти исключительно в половодье, то с позиций изучения русловых деформаций вторую и третью группы можно объединить и оставить только группы лет с высоким и группы лет с низким половодьем. Эмпирически для р. Керженец можно определить границу между ними по высоте половодья в 400

см на графике. Такими за прошедшие 5 лет являются 2001 г. и 2005 г., т. е. именно годы, когда происходили наиболее интенсивные размывы вогнутых берегов излучин. Полученный вывод хорошо иллюстрируется рисунком 4, где сравниваются уровни половодья и средняя интенсивность размыва берегов на всех трех площадках. Видна высокая корреляция этих явлений.

Следует отметить, что средние скорости размыва вогнутого берега крутой сегментной излучины на площадке № 1 в 2001 г. и 2005 г. не коррелируют с высотой половодий: высота подъема уровней воды в 2001 г. составила 410 см, а в 2005 г. – 438 см, т. е. почти на 30 см выше, тогда как средняя скорость размыва берега в 2001 г. равнялась 1.97 м, а в 2005 г. – 1.3 м. Это несоответствие можно объяснить изменением формы излучины: в процессе размыва вогнутого берега она становится более крутой, коэффициент ее извилистости увеличивается, снижается энергетическая выгодность извилистой формы русла [согласно Н. И.Маккавееву (1955) она максимальна при  $K_{изв} = 1.57$ , тогда как на этой излучине к 2001 г. коэффициент достиг уже 1.82], и эрозионная способность потока у вогнутого берега уменьшается. Таким образом, пятилетний мониторинг русловых деформаций на трех разных по кривизне свободных излучинах р. Керженец позволил сделать следующие выводы.

– При сравнении темпов размыва по мониторинговым излучинам площадка № 2 является более размываемой. Интенсивность размыва берега в среднем за год на этой излучине составляет 1.2 м, тогда как на площадке № 1 – 0.97 м, на площадке № 3 – 0.9 м в год.

– Размывы берегов происходят почти исключительно во время половодья. Ни дождевые паводки (если их высота, конечно, не превышает высоту половодья), ни длительная высокая межень не вызывают размывов берегов, а те незначительные деформации, которые там происходят в это время, являются остаточными после половодий.

– На всех трех излучинах размывается преимущественно нижнее крыло; тем самым, продольная составляющая в смещении излучин присутствует в динамике не только пологих, но и крутых излучин, хотя, конечно, в последнем случае, она не превышает поперечную составляющую, которая обеспечивается размывом вершин излучин.

– Средняя скорость размыва вогнутых берегов на всех трех излучинах р. Керженец за после-

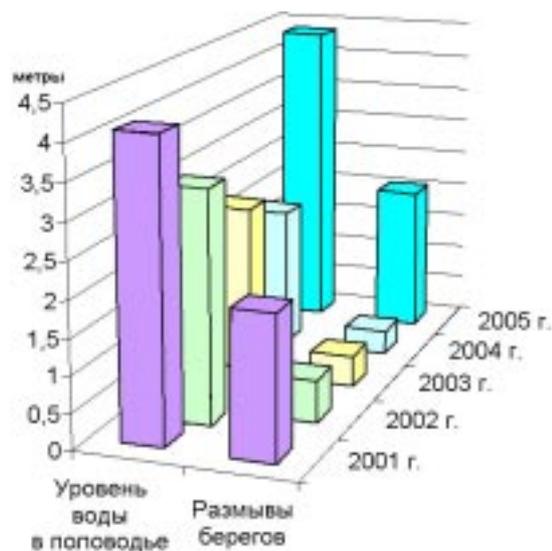


Рис. 4. Максимальный уровень воды и средний размыв берегов реки Керженец в 2001–2005 гг. в районе пос. Рустай

дние 3–5 лет равна 1 м/год. Эти значения скорости размыва берегов, осредненные за многолетний период, как правило, значительно ниже их реальных скоростей в годы с высокими половодьями. В отдельных местах на крутых излучинах скорости размыва берегов составили в 2005 г. (с высоким половодьем) 6.6 и 8.9 м.

Русло р. Керженец испытывает активные горизонтальные деформации, выражающиеся в размыве вогнутых и намыве выпуклых берегов, спрямлении очень крутых излучин и развитии новых на месте спрямляющих рукавов. Так, за период с 1964 г. на р. Керженец в границах заповедника из более чем 60 излучин три спрямились естественным путем, спрямление еще четырех было стимулировано человеком. Естественные переформирования зависят от степени развитости излучин, от гидрологических предпосылок, связанных с водным режимом реки, от ландшафтных и литологических условий. Русло Керженца в пределах границ заповедника образует в большинстве слабо развитые – пологие излучины, доля которых возрастает вниз по течению. Данный участок русла по изменяющимся формам излучин и по извилистости условно можно разделить на 3 части. Верхний участок от северной границы заповедника до моста в пос. Рустай имеет наибольшую извилистость русла, она составляет 2.35. На этой части русла больше, чем на остальных участках, встречаются сильно развитые – крутые излучины. Именно на данном участке в последующие годы возможны активные переформирования

русла Керженца. Средний участок от пос. Рус-тай до устья р. Черной характеризуется менее интенсивными русловыми деформациями, извилистость русла составляет 1.4. В дальнейшем на данном участке будут интенсивно размываться берега в вершинах и нижних крыльях излучин, т. е. излучины будут расти и смещаться вниз по течению. Третий, нижний участок русла Керженца от устья р. Черной до устья р. Пугай является самым стабильным, менее всего подверженным интенсивным размывам, извилистость русла составляет 1.17. Это говорит о слабом проявлении русловых деформаций. Нижняя часть данного участка представлена цокольной поймой, сложенной неразмываемыми коренными породами. В данном случае переформирования русла не будут происходить в силу ограничения русловых процессов геологическими причинами.

Продолжение мониторинга деформаций свободных излучин широкопойменной реки Керженец дополнит пока еще небольшой ряд наблюдений за этими процессами, подтвердит или опровергнет некоторые выводы, сделанные на основании пятилетнего ряда наблюдений, а возможно, и выявит новые, пока неизвестные детали в развитии речных русел. Они могут также послужить основой мониторинга пойм вблизи изучаемых излучин, а именно – особенностей формирования молодых пойменных массивов при намыве выпуклых берегов излучин, характера пойменной сукцессии на выпуклых берегах излучин и динамики рельефа и ландшафтов на подмываемых берегах по мере смещения вглубь поймы фронта размыва. Кроме того, мониторинг наиболее типичных излучин р. Керженец поможет в составлении прогнозов русловых деформаций всего участка русла этой

реки в пределах заповедника. А это имеет важное значение при определении границ заповедной территории, которые на русловом участке имеют тенденцию к постоянному изменению.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Волкова Н. И., Жучкова В. К., Козлов Д. Н., Конюшков Б. Д., Кораблева О. В. и др.** Природные комплексы Керженского Полесья в стадии восстановления // Труды XII съезда Русск. географ. об-ва. Т. 4. Геоэкология и природопользование. СПб., 2005. С. 155–161.

**Маккавеев Н. И.** Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., 1955.

**Манкии В. Д., Баянов Н. Г.** Гидрологический и гидрохимический режим реки Керженец и ее притоков в среднем и нижнем течении // Труды ГПЗ «Керженский». Т. 1. Н. Новгород, 2001. С. 79–108.

**Сидорчук А. Ю.** Структура рельефа речного русла. СПб., 1992. 127 с.

**Фридман Б. И.** Рельеф Нижегородского Поволжья. Н. Новгород, 1999. 254 с.

**Фридман Б. И., Кораблева О. В.** Геология и рельеф Керженского заповедника // Труды ГПЗ «Керженский». Т. 1. Н. Новгород, 2001. С. 45–61.

**Чалов Р. С.** Общее и географическое русловедение: Учебное пособие. М., 1997. 112 с.

**Чернов А. В., Киселева Е. Г.** Влияние природных условий на развитие и использование малых рек Нижегородского Заволжья // География на рубеже веков: проблемы регионального развития. Т. 2. Курск, 1999. С. 67–72.

**Чернов А. В., Кораблева О. В.** Результаты наблюдений за размывом берегов на реках Лесного Заволжья и их анализ. Проблемы русловедения. Вып. 9 // Труды Академии проблем водохозяйственных наук. М., 2003. С. 195–206.

УДК 556.5 «32» (470.341)

## ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОНОВ И ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ДАННЫМ ГИДРОМОНИТОРИНГА НА РЕКАХ КЕРЖЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Н. Г. Баянов

Нижегородская лаборатория ФГНУ ГосНИОРХ

На основании комплексного гидромониторинга на реках Керженец и Вишня, проводимого в Керженском заповеднике в период 1996–2004 гг., определены методологические подходы к характеристике сезонов и лет наблюдений, выявлены основные черты гидрологического режима водотоков заповедной территории. В число параметров ежедневных наблюдений входили уровень, температура, электропроводность, величина рН и цветность вод. На основании каждого параметра и их сочетаний охарактеризованы сезоны и дана фенологическая оценка каждого года наблюдений.

**Ключевые слова:** Керженский заповедник, реки, мониторинг, гидрология, сезоны, летопись природы.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 28–45.

В Керженском заповеднике с 1996 г. ведется мониторинг состояния водных объектов, в частности, главной водной артерии – р. Керженец и ее притока р. Вишни. Слежение осуществляется за уровнем воды, температурой, электропроводностью, цветностью и другими показателями. Методика проведения работ, а также типичная внутригодовая динамика каждого из показателей были приведены нами ранее (Манкиш, Баянов, 2001). В настоящей статье мы попытаемся определить методологические подходы к характеристике сезонов и лет наблюдений на основании данных гидромониторинга (что может послужить дополнением к Летописи природы Керженского заповедника), а также выявить некоторые черты р. Керженец и его притока р. Вишни на основе анализа межсезонной и межгодовой динамики их гидрологических и гидрохимических показателей.

Наряду с данными заповедника учитывались и таковые системы Росгидромета по гидропосту в пос. Хахалы, где ежедневные наблюдения за уровнем и температурой ведутся с 1933 г. (Государственный водный кадастр, 1989).

Для характеристики сезонов, фенологических периодов и интервалов были использованы вошедшие в практику фенологии термины, критерии и подходы. Так, согласно классификации Г. Э. Шульца (1981), по срокам наступления фенологические сезоны подразделяются на:

- *своевременные*, с началом до 5 суток раньше или позднее средних дат;
- *ранние (поздние)*, с наступлением на 6–15 суток раньше (позднее) средних дат;
- *очень ранние (очень поздние)*, с началом на 16 и более суток раньше (позднее) средних дат.

Фенологические периоды и интервалы подразделяются также по их продолжительности. За критерий классификации по этому параметру принимается значение среднего квадратичного отклонения ( $y$ ) показателя изменчивости (Крутовская, Буторина, 1975):

- *нормальные*, периоды с отклонениями от средних значений не свыше  $\pm 0.5y$ ;
- *укороченные*, периоды короче среднестатистических на 0.6–1.5  $y$ ;
- *короткие*, периоды короче среднестатистических на 1.6–2.0  $y$ ;
- *удлиненные*, периоды длиннее среднестатистических на 0.6–1.5  $y$ ;
- *длинные*, периоды длиннее среднестатистических на 1.6–2.0  $y$ .

В таблице 1 представлены данные по паводкам р. Керженец на основании наблюдений в пос. Хахалы в период 1994–2004 гг., в таблице 2 – их характеристика, а в таблице 3 – результаты наблюдений в Керженском заповеднике.

Средний срок начала паводка за последнее десятилетие приходится на 6 апреля. По данным наблюдений гидропоста п. Хахалы 1933–1980 гг. (Государственный водный кадастр, 1989) это явление приходится на 5 апреля. Пик паводка по наблюдениям за прошедшее одиннадцатилетие приходится на 23 апреля, по средним многолетним (1933–1980 гг.) – на 22 апреля. Однако нельзя утверждать о произошедшем смещении даты пика, т. к. это предположение не подтверждается результатами определения статистической значимости различий двух групп данных (данные 1933–1980 и 1994–2004 гг.) по  $t$ -критерию Стьюдента ( $p=0.692$ ). Дата окончания паводка сместилась по сравнению со

средними многолетними на шесть дней в более раннюю сторону и приходится на 16 мая (к сожалению, из-за отсутствия данных по срокам начала

должительность паводка на р. Керженец в конце XX столетия на шесть дней короче (24 дня против 30) средней многолетней, определенной на основании наблюдений 1933–2003 гг. Общее сокращение сроков паводка произошло за счет сокращения периода спада. Этому, вероятно, послужило

Таблица 1. Сроки и уровни паводков на р. Керженец в районе пос. Хахалы (данные ВВУГМС)

| Год                        | Даты         |              |              | Уровень, см |            |            | Продолжительность, дни |           |           |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------------------|-----------|-----------|
|                            | начало       | пик          | окончание    | начало      | пик        | окончание  | паводок                | подъем    | спад      |
| 1994                       | 09.04        | 26.04        | 23.05        | 257         | 752        | 300        | 45                     | 18        | 27        |
| 1995                       | 28.03        | 16.04        | 07.05        | 303         | 733        | 275        | 41                     | 20        | 21        |
| 1996                       | 09.04        | 18.04        | 13.05        | 273         | 437        | 223        | 35                     | 10        | 25        |
| 1997                       | 05.04        | 27.04        | 20.05        | 233         | 554        | 245        | 46                     | 23        | 23        |
| 1998                       | 24.04        | 04.05        | 28.05        | 279         | 756        | 239        | 35                     | 11        | 24        |
| 1999                       | 04.04        | 17.04        | 11.05        | 274         | 761        | 287        | 41                     | 17        | 24        |
| 2000                       | 04.04        | 25.04        | 07.05        | 227         | 574        | 239        | 30                     | 18        | 12        |
| 2001                       | 09.04        | 21.04        | 12.05        | 281         | 799        | 274        | 34                     | 13        | 21        |
| 2002                       | 09.04        | 24.04        | 14.05        | –           | –          | –          | 36                     | 16        | 20        |
| 2003                       | 09.04        | 23.04        | 03.06        | 279         | 619        | 228        | 56                     | 15        | 41        |
| 2004                       | 26.03        | 23.04        | 14.05        | –           | –          | –          | 49                     | 28        | 21        |
| <b>Среднее</b>             | <b>06.04</b> | <b>23.04</b> | <b>16.05</b> | <b>267</b>  | <b>665</b> | <b>257</b> | <b>41</b>              | <b>17</b> | <b>24</b> |
| Минимум                    |              |              |              | 227         | 437        | 223        | 30                     | 10        | 12        |
| Ранний                     | 26.03        | 16.04        | 7.05         |             |            |            |                        |           |           |
| Максимум                   |              |              |              | 303         | 799        | 300        | 56                     | 28        | 41        |
| Поздний                    | 24.04        | 04.05        | 03.06        |             |            |            |                        |           |           |
| <b>Среднее многолет. *</b> | <b>05.04</b> | <b>22.04</b> | <b>22.05</b> | <b>261</b>  | <b>667</b> | <b>242</b> | <b>47</b>              | <b>17</b> | <b>30</b> |

\* Средние многолетние данные за 1933–2004 гг.

и окончания паводков в период 1933–1980 гг. мы не имеем возможности подтвердить это утверждение статистически). Однако с большой долей уверенности можно сделать вывод о том, что паводки последнего десятилетия характеризуются своевременными сроками начала и пика, и подъем воды по-прежнему длится 17 дней. В то же время паводок заканчивается раньше. Про-

причиной осушение болот и вырубка лесов на водосборе р. Керженец (Чернов, Кораблева, 2003).

Имея средние данные по максимальному уровню воды, мы можем охарактеризовать паводки по этому показателю. Для этого определялась средняя арифметическая величина максимального уровня (за период наблюдения в заповеднике), ее среднее квадратическое отклонение. Значения в пределах отклонений средней арифметической считались за средний уровень паводка. При больших значениях уровня паводок

Таблица 2. Характеристика паводков на р. Керженец

| Год  | Сроки         |               |               | Продолжительность |             |             |
|------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|-------------|
|      | начало        | пик           | окончание     | паводок           | подъем      | спад        |
| 1994 | своевременное | своевременный | позднее       | нормальный        | нормальный  | нормальный  |
| 1995 | раннее        | ранний        | раннее        | нормальный        | удлиненный  | нормальный  |
| 1996 | своевременное | своевременный | своевременное | укороченный       | укороченный | нормальный  |
| 1997 | своевременное | своевременный | своевременное | удлиненный        | удлиненный  | нормальный  |
| 1998 | своевременное | поздний       | позднее       | укороченный       | укороченный | нормальный  |
| 1999 | своевременное | ранний        | своевременное | нормальный        | нормальный  | нормальный  |
| 2000 | своевременное | своевременный | раннее        | короткий          | нормальный  | короткий    |
| 2001 | своевременное | своевременный | своевременное | укороченный       | укороченный | нормальный  |
| 2002 | своевременное | своевременный | своевременное | укороченный       | нормальный  | укороченный |
| 2003 | своевременное | своевременный | очень позднее | длинный           | нормальный  | длинный     |
| 2004 | раннее        | своевременный | своевременное | удлиненный        | длинный     | нормальный  |

считался высоким, при меньших – низким. Как видно из таблицы 8, в рассматриваемые годы было равное количество низких и высоких паводков, а паводком среднего уровня характеризовался лишь 2003 г.

Таблица 3. Даты, величины уровня и длительность паводков на р. Керженец в районе пос. Рустай

| Год            | Дата         |              |              | Уровень, см |            |           | Продолжительность, дни |           |           |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
|                | начало       | пик          | окончание    | начало      | пик        | окончание | паводок                | подъем    | спад      |
| 1997           | 05.04        | 30.04        | 18.05        | 61          | 204        | 66        | 43                     | 25        | 18        |
| 1998           | 25.04        | 06.05        | 30.05        | 93          | 345        | 58        | 35                     | 11        | 24        |
| 1999           | 09.04        | 21.04        | 09.05        | 86          | 367        | 102       | 30                     | 12        | 18        |
| 2000           | 06.04        | 22.04        | 09.05        | 93          | 214        | 60        | 33                     | 16        | 17        |
| 2001           | 05.04        | 22.04        | 16.05        | 90          | 410        | 65        | 41                     | 17        | 24        |
| 2002           | 06.04        | 19.04        | 16.05        | 67          | 152        | 29        | 40                     | 13        | 27        |
| 2003           | 15.04        | 27.04        | 07.05        | 113         | 240        | 29        | 53                     | 12        | 41        |
| 2004           | 27.03        | 27.04        | 13.05        | 85          | 197        | 65        | 47                     | 31        | 16        |
| <b>Среднее</b> | <b>08.04</b> | <b>25.04</b> | <b>18.05</b> | <b>86</b>   | <b>266</b> | <b>59</b> | <b>40</b>              | <b>17</b> | <b>23</b> |
| Минимум        |              |              |              | 61          | 152        | 29        | 30                     | 11        | 16        |
| Ранний         | 27.03        | 19.04        | 09.05        |             |            |           |                        |           |           |
| Максимум       |              |              |              | 113         | 410        | 102       | 53                     | 31        | 41        |
| Поздний        | 25.04        | 06.05        | 07.06        |             |            |           |                        |           |           |

Рассмотрим длительность паводков за анализируемый период в сравнении со средними многолетними и охарактеризуем годы на основании этого показателя как годы с растянутым, кратковременным или своевременным паводками (табл. 9). Количество лет с кратковременным паводком – 5, с растянутым – 4. Два года характеризовались

Таблица 4. Даты, величины электропроводности и длительность весенних паводков на р. Керженец

| Год            | Дата         |              |              | Электропроводность, мкСм/см |           |           | Продолжительность, дни |           |           |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
|                | начало       | пик          | окончание    | начало                      | пик       | окончание | паводок                | подъем    | спад      |
| 1996           | 30.03р       | 15.04        | 23.05        | 133                         | 44        | 110       | 54                     | 16        | 38        |
| 1997           | 05.04        | 29.04        | 27.05        | 166                         | 48        | 92        | 52                     | 24        | 28        |
| 1998           | 24.04        | 07.05        | 07.06        | 120                         | 37        | 126       | 44                     | 13        | 31        |
| 1999           | 12.04        | 20.04        | 13.06        | 131                         | 21        | 107       | 62                     | 8         | 54        |
| 2000           | 11.04        | 16.04        | 13.05        | 74                          | 32        | 68        | 32                     | 5         | 27        |
| 2001           | 09.04        | 29.04        | 16.05        | 119                         | 37        | 90        | 37                     | 20        | 17        |
| 2002           | 11.04        | 27.04        | 21.05        | 42                          | 13        | 62        | 40                     | 16        | 24        |
| 2003           | 05.04        | 28.04        | 18.05        | 70                          | 16        | 37        | 43                     | 23        | 20        |
| 2004           | 18.03        | 27.04        | 19.05        | 50                          | 13        | 43        | 62                     | 40        | 22        |
| <b>Среднее</b> | <b>07.04</b> | <b>25.04</b> | <b>24.05</b> | <b>101</b>                  | <b>29</b> | <b>82</b> | <b>47</b>              | <b>18</b> | <b>29</b> |
| Минимум        |              |              |              | 42                          | 13        | 37        | 32                     | 5         | 17        |
| Ранний         | 18.03        | 15.04        | 13.05        |                             |           |           |                        |           |           |
| Максимум       |              |              |              | 166                         | 48        | 126       | 62                     | 40        | 54        |
| Поздний        | 24.04        | 07.05        | 13.06        |                             |           |           |                        |           |           |

своевременным паводком, укладывающимся в средние многолетние сроки.

Перейдем к рассмотрению динамики электропроводности паводковых вод (табл. 4). Начало весеннего половодья регистрируется по заметному падению общей электропроводности вод р. Керженец в связи с поступлением в реку большого количества маломинерализованных талых вод. Как

видно из таблицы 4, начальные показатели проводимости заметно различаются год от года. Если во вторую половину 1990-х годов падение электропроводности регистрировалось с довольно больших значений (120–166 мкСм/см), то в начале 2000-х они были заметно ниже – всего 42–74 мкСм/см (исключение составил 2001 г.). Вероятно, это было связано с различной долей грунтового питания речных вод в подледный период, изменяющейся год от года. Как правило, при более низ-

ких начальных показателях ниже оказывались и таковы пики паводка. Если в 1990-е годы минималь-

Таблица 5. Даты, величины уровня и длительность весенних паводков на р. Вишне

| Год            | Дата         |              |              | Уровень, см |            |           | Продолжительность, дни |           |           |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
|                | начало       | пик          | окончание    | начало      | пик        | окончание | паводок                | подъем    | спад      |
| 1997           | 05.04        | 18.04        | 03.05        | 48          | 126        | 53        | 28                     | 13        | 15        |
| 1998           | 26.04        | 01.05        | 18.05        | 66          | 210        | 43        | 22                     | 5         | 17        |
| 1999           | 02.04        | 16.04        | 02.05        | 85          | 196        | 65        | 30                     | 14        | 16        |
| 2000           | 09.04        | 14.04        | 30.05        | 88          | 179        | 66        | 21                     | 5         | 16        |
| 2001           | 02.04        | 16.04        | 03.05        | 97          | 207        | 36        | 31                     | 14        | 17        |
| 2002           | 06.04        | 19.04        | 15.05        | 67          | 152        | 29        | 39                     | 13        | 26        |
| 2003           | 08.04        | 12.04        | 30.04        | 39          | 185        | 69        | 22                     | 4         | 18        |
| 2004           | 02.04        | 12.04        | 02.05        | 89          | 154        | 62        | 30                     | 10        | 20        |
| <b>Среднее</b> | <b>07.04</b> | <b>17.04</b> | <b>05.05</b> | <b>72</b>   | <b>176</b> | <b>53</b> | <b>28</b>              | <b>10</b> | <b>18</b> |
| Минимум        |              |              |              | 39          | 126        | 29        | 21                     | 4         | 15        |
| Ранний         | 02.04        | 12.04        | 30.04        |             |            |           |                        |           |           |
| Максимум       |              |              |              | 97          | 210        | 69        | 39                     | 14        | 26        |
| Поздний        | 26.04        | 01.05        | 18.04        |             |            |           |                        |           |           |

ные значения электропроводности лежали в диапазоне 21–48 мкСм/см, то в 2000-е – всего 13–37 мкСм/см. Столь низкие значения свидетельствуют об исключительной роли талых снеговых вод в составе речной водной массы. Завершение весеннего половодья регистрируется по относительной стабилизации этого показателя, существенному замедлению его роста. Следует отметить, что, как правило,

Таблица 6. Характеристика весенних паводков на р. Вишне

| Год  | Сроки         |               |               | Продолжительность |             |               |
|------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|---------------|
|      | начало        | пик           | окончание     | паводок           | подъем      | спад          |
| 1997 | своевременное | своевременный | своевременное | нормальный        | удлиненный  | укороченный   |
| 1998 | очень позднее | поздний       | позднее       | укороченный       | укороченный | нормальный    |
| 1999 | своевременное | своевременный | своевременное | нормальный        | удлиненный  | укороченный   |
| 2000 | своевременное | своевременный | своевременное | укороченный       | укороченный | укороченный   |
| 2001 | своевременное | своевременный | своевременное | удлиненный        | удлиненный  | нормальный    |
| 2002 | своевременное | своевременный | позднее       | длинный           | удлиненный  | очень длинный |
| 2003 | своевременное | своевременный | своевременное | укороченный       | укороченный | нормальный    |
| 2004 | своевременное | своевременный | своевременное | нормальный        | нормальный  | удлиненный    |

возвращение к предпаводковым показателям электропроводности речных вод сразу с окончанием паводка не происходит.

Если сравнить сроки весеннего половодья, регистрируемые на основании динамики уровня и на основании изменений электропроводности (табл. 3,

5), то видна хорошая их согласованность. Даты пиков совпадают полностью и приходятся на 25 апреля. Начало же поступления талых вод несколько раньше (на один день) фиксируется кондуктометрическим способом. Последний чув-

ствителен к присутствию вод малой минерализации, поэтому и длительность периода спада половодья, фиксируемая на основании электропроводности, несколько большая (в среднем на 6 дней) по сравнению с протяженностью, отмечаемой на основании динамики уровня.

Проанализируем ход половодья на р. Вишне. Судя по динамике уровня, начало этого явления на притоке Керженца регистрируется на один день раньше, чем на самом Керженце. Подъем уровня

на р. Вишне происходит в заметно более сжатые сроки и пик весеннего половодья наступает в среднем 17 апреля, что на восемь дней раньше такового на Керженце. Если подъем воды продолжается в среднем 10 суток, то спад длится 18 суток, что почти на две недели (на 13 дней) меньше

такового на р. Керженец. Таким образом, общая средняя продолжительность паводка на р. Вишне составляет 28 дней, что на 19 дней меньше таковой на р. Керженец.

Таблица 7. Даты, величины электропроводности и продолжительность паводков на р. Вишне

| Год            | Дата         |              |              | Электропроводность, мкСм/см |           |           | Продолжительность, дни |           |           |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
|                | начало       | пик          | окончание    | начало                      | пик       | окончание | паводок                | подъем    | спад      |
| 1996           | 01.04        | 15.04        | 18.05        | 88                          | 21        | 78        | 47                     | 14        | 33        |
| 1997           | 04.04        | 25.04        | 15.05        | 101                         | 38        | 54        | 41                     | 21        | 20        |
| 1998           | 23.04        | 02.05        | 25.05        | 80                          | 20        | 76        | 32                     | 9         | 23        |
| 1999           | 04.04        | 17.04        | 30.05        | 85                          | 15        | 30        | 56                     | 13        | 43        |
| 2000           | 07.04        | 17.04        | 26.04        | 38                          | 23        | 39        | 19                     | 10        | 9         |
| 2001           | 26.03        | 21.04        | 14.05        | 121                         | 23        | 55        | 49                     | 26        | 23        |
| 2002           | 04.04        | 13.04        | 16.05        | 62                          | 14        | 41        | 42                     | 9         | 33        |
| 2003           | 07.04        | 18.04        | 02.06        | 24                          | 9         | 43        | 56                     | 11        | 45        |
| 2004           | 03.04        | 18.04        | 13.05        | 11                          | 7         | 28        | 40                     | 15        | 25        |
| <b>Среднее</b> | <b>05.04</b> | <b>19.04</b> | <b>17.05</b> | <b>68</b>                   | <b>19</b> | <b>49</b> | <b>42</b>              | <b>14</b> | <b>28</b> |
| Минимум        |              |              |              | 11                          | 7         | 28        | 19                     | 9         | 9         |
| Ранний         | 26.03        | 13.04        | 26.04        |                             |           |           |                        |           |           |
| Максимум       |              |              |              | 121                         | 38        | 78        | 56                     | 26        | 45        |
| Поздний        | 23.04        | 02.05        | 02.06        |                             |           |           |                        |           |           |

Результаты статистической обработки позволили установить достоверность отличий сроков наступления на Керженце и Вишне пика ( $p=0.014$ ) и окончания ( $p=0.009$ ) паводков. Однако сроки начала достоверно не отличаются ( $p=0.739$ ). Достоверно отличаются по длительности периоды подъема уровня на реках ( $p=0.027$ ). Нет статистически значимых различий по длительности спада ( $p=0.137$ ) и в то же время очень высока достоверность различий между общей продолжительностью паводковых периодов на реках ( $p=0.003$ ).

Выделим годы с ранним и поздним весенними паводками на р. Вишне (табл. 6). Наиболее кратковременными были паводки 1998, 2000 и 2003 гг. Самым протяженным весенним половодьем характеризовался 2002 г. В 1999 и 2004 гг. паводки были всего на два дня более продолжительными, нежели средний за период наблюдений.

Налицо неполная согласованность характеристик того или иного года на основании динамики паводков на р. Керженец и на р. Вишне (табл. 9). Так, 1997 г., судя по р. Керженец, характеризуется как год с растянутым весенним паводком. В то же время на р. Вишне он был своевременным. Паводок 2003 г.

на р. Вишне характеризовался как кратковременный, тогда как на р. Керженец он был растянут. Причины этого явления, так же как и различия в степени подъема речных вод, объясняются большей неоднородностью водосбора р. Керженец по сравнению с р. Вишня.

Средний срок начала паводка на р. Вишне на основании электропроводности на два дня опережает таковой, регистрируемый по уровню воды (5 и 7 апреля соответственно). Пик весеннего половодья приходится на 19 апреля, что на два дня позже пика согласно уровню. Окончание приходится на 17 мая – на 12 дней позже окончания паводка, регистрируемого по динамике уровня воды. Таким образом, паводковый период, выделяемый на основании изменений электропроводности, длится дольше на р. Вишне и составляет в среднем 42 дня, что на 14 дней продолжительнее такового на основании динамики уровня.

Определим годы с паводками разной степени (по уровню) на р. Вишне (табл. 8).

Таблица 8. Годы с различным по уровню весенним паводком

| Годы с низким паводком | Годы с паводком среднего уровня | Годы с высоким паводком |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| <i>р. Керженец</i>     |                                 |                         |
| 1996                   | 2003                            | 1994                    |
| 1997                   |                                 | 1995                    |
| 2000                   |                                 | 1998                    |
| 2001                   |                                 | 1999                    |
| 2002                   |                                 | 2001                    |
| <i>р. Вишня</i>        |                                 |                         |
| 1997                   | 2000                            | 1998                    |
| 2002                   | 2003                            | 1999                    |
| 2004                   |                                 | 2001                    |

Таблица 9. Годы с различным по продолжительности весенним паводком

| Годы с кратковременным паводком          | Годы со своевременным паводком | Годы с растянутым паводком      |
|--|--------------------------------|---------------------------------|
| <i>р. Керженец</i>                       |                                |                                 |
| 1996,<br>1998,<br>2000,<br>2001,<br>2002 | 1995,<br>1999,                 | 1994,<br>1997,<br>2003,<br>2004 |
| <i>р. Вишня</i>                          |                                |                                 |
| 1998,<br>2000,<br>2003                   | 1997                           | 1999,<br>2001,<br>2002,<br>2004 |

Количество лет с паводками высокого и с паводками низкого уровня распределилось поровну. В целом видна хорошая согласованность данных по р. Вишне с таковыми по р. Керженец. Исключение составил 2000 г., весной которого на р. Вишне зарегистрирован паводок среднего уровня, тогда как на р. Керженец был отмечен низкий паводок. Объяснение этому в том, что р. Керженец и р. Вишня имеют некоторые различия в источниках питания. В частности, водосбор р. Вишни значительно больше заболочен, нежели р. Керженец (Манкищ, Баянов, 2001).

Таблица 10. Даты пика летней межени на р. Керженец и р. Вишня по показателям уровня и электропроводности (проводимости) вод

| Год            | р. Керженец |              |                       |              | р. Вишня    |              |                       |              |
|----------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
|                | уровень, см | дата         | проводимость, мкСм/см | дата         | уровень, см | дата         | проводимость, мкСм/см | дата         |
| 1996           | 14          | 24.07        | 138                   | 22.07        | –           | –            | 126                   | 20.07        |
| 1997           | 7           | 14.08        | 174                   | 08.08        | 8           | 25.07        | 167                   | 01.08        |
| 1998           | 10          | 06.08        | 158                   | 30.07        | 12          | 18.07        | 170                   | 28.06        |
| 1999           | 8           | 13.07        | 154                   | 24.07        | 10          | 23.07        | 190                   | 28.07        |
| 2000           | 10          | 30.07        | 131                   | 28.07        | 28          | 31.07        | 117                   | 30.07        |
| 2001           | 6           | 29.08        | 155                   | 22.08        | 12          | 23.07        | 126                   | 23.08        |
| 2002           | 6           | 24.07        | 88                    | 25.07        | 6           | 16.07        | 164                   | 09.07        |
| 2003           | 13          | 12.08        | 79                    | 16.08        | 23          | 02.08г       | 114                   | 28.07        |
| 2004           | 7           | 07.09        | 74                    | 13.09        | 27          | 12.08        | 70                    | 11.08        |
| <b>Средний</b> | <b>9</b>    | <b>07.08</b> | <b>128</b>            | <b>07.08</b> | <b>16</b>   | <b>26.08</b> | <b>138</b>            | <b>26.07</b> |
| Минимум        | 6           |              | 74                    |              | 6           |              | 70                    |              |
| Ранний         |             | 13.07        |                       | 22.07        |             | 16.08        |                       | 28.06        |
| Максимум       | 14          |              | 174                   |              | 28          |              | 190                   |              |
| Поздний        |             | 07.09        |                       | 13.09        |             | 12.08        |                       | 23.08        |

Пик летней межени регистрируется по самым низким в течение года показателям уровня воды и наиболее высоким – ее электропроводности. Как видно из таблицы 6, средние даты пиков ме-

жени на основании уровня и на основании проводимости вод совпали для обеих рек. Пик межени р. Керженец приходится на 7 августа, таковой на р. Вишне – на 26 июля. Вполне вероятно, что более ранняя дата на р. Вишне обусловлена меньшей водностью реки.

Понижение электропроводности, указывающее на начало паводкового периода, так же как и на Керженце, на р. Вишне во второй половине 1990-х гг. начиналось с более высоких показателей, нежели в начале 2000-х (исключение, как и в случае с р. Керженец, составил 2001 г.). В девятых годах электропроводность в предпаводковый период составляла 80–101 мкСм/см, в двухтысячных – 11–62 мкСм/см. Минимум электропроводно-

сти, приходящийся на пик паводка, лежал в диапазоне 15–39 и 7–23 мкСм/см соответственно. Эти значения заметно ниже таковых в р. Керженец (табл. 4, 7); уровень значимости различий  $p=0.083$ .

Таблица 11. Даты пика зимней межени на р. Керженец и р. Вишня по показателям уровня и электропроводности (проводимости) вод

| Год            | р. Керженец |              |                       |              | р. Вишня    |              |                       |              |
|----------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
|                | уровень, см | дата         | проводимость, мкСм/см | дата         | уровень, см | дата         | проводимость, мкСм/см | дата         |
| 1996           | 26          | 01.12        | 174                   | 18.02        | –           | –            | 88                    | 31.03        |
| 1997           | 5           | 13.01        | 182                   | 25.01        | 8           | 23.01        | 185                   | 24.01        |
| 1998           | 32          | 18.01        | 203                   | 13.02        | 34          | 30.11        | 203                   | 02.02        |
| 1999           | 31          | 01.12        | –                     | –            | 30          | 18.12        | –                     | –            |
| 2000           | 30          | 15.12        | 97                    | 10.12        | 36          | 01.12        | 71                    | 05.12        |
| 2001           | 23          | 01.12        | 150                   | 05.03        | 36          | 03.12        | 125                   | 16.03        |
| 2002           | 41          | 07.02        | 118                   | 12.01        | 36          | 02.12        | 190                   | 07.01        |
| 2003           | 100         | 01.12        | 72                    | 08.01        | 34          | 21.12        | 34                    | 09.01        |
| 2004           | 44          | 23.11        | 59                    | 21.02        | 50          | 10.12        | 36                    | 28.02        |
| <b>Средний</b> | <b>37</b>   | <b>19.12</b> | <b>132</b>            | <b>29.01</b> | <b>33</b>   | <b>13.12</b> | <b>117</b>            | <b>02.02</b> |
| Минимум        | 5           |              | 59                    |              | 8           |              | 34                    |              |
| Ранний         |             | 23.11        |                       | 10.12        |             | 30.11        |                       | 05.12        |
| Максимум       | 100         |              | 203                   |              | 50          |              | 203                   |              |
| Поздний        |             | 07.02        |                       | 05.03        |             | 23.01        |                       | 31.03        |

Таблица 12. Количество дней с различной электропроводностью вод р. Керженец

| Год            | Низкая<br>(ниже 40 мкСм/см) | Пониженная<br>(40–70 мкСм/см) | Повышенная<br>(70–100 мкСм/см) | Высокая<br>(свыше 100 мкСм/см) |
|----------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1996           | 0                           | 20                            | 83                             | 262                            |
| 1997           | 0                           | 44                            | 65                             | 255                            |
| 1998           | 6                           | 59                            | 48                             | 252                            |
| 1999           | 20                          | 22                            | 79                             | 244                            |
| 2000           | 12                          | 74                            | 219                            | 60                             |
| 2001           | 13                          | 111                           | 142                            | 99                             |
| 2002           | 43                          | 116                           | 204                            | 2                              |
| 2003           | 94                          | 247                           | 24                             | 0                              |
| 2004           | 123                         | 211                           | 31                             | 0                              |
| <b>Среднее</b> | <b>35</b>                   | <b>100</b>                    | <b>99</b>                      | <b>130</b>                     |
| Минимум        | 0                           | 20                            | 24                             | 0                              |
| Максимум       | 123                         | 247                           | 219                            | 262                            |

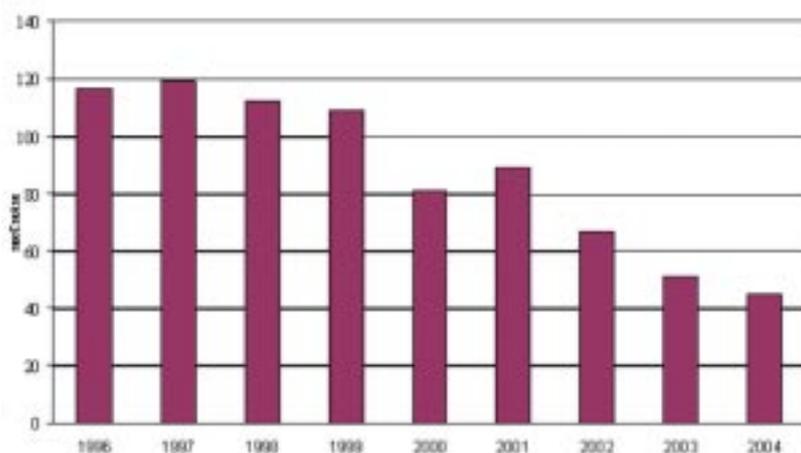


Рис. 1. Средняя электропроводность вод р. Керженец по годам наблюдений

Средняя электропроводность вод в период летней межени р. Керженец – 128 мкСм/см, р. Вишни – 138 мкСм/см, что может свидетельствовать о несколько большей относительной доле грунтовых вод в питании р. Вишни в этот период. Однако проведенный статистический анализ для двух групп по t-критерию Стьюдента не выявил различий данных по электропроводности в летнюю межень между рр. Керженец и Вишня

Таблица 13. Количество дней с различной электропроводностью вод р. Вишни в отдельные годы

| Год            | Низкая<br>(ниже 40 мкСм/см) | Пониженная<br>(40–70 мкСм/см) | Повышенная<br>(70–100 мкСм/см) | Высокая<br>(свыше 100 мкСм/см) |
|----------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1996           | 46                          | 95                            | 108                            | 116                            |
| 1997           | 11                          | 99                            | 51                             | 203                            |
| 1998           | 26                          | 159                           | 102                            | 78                             |
| 1999           | 64                          | 94                            | 131                            | 76                             |
| 2000           | 114                         | 217                           | 22                             | 12                             |
| 2001           | 50                          | 177                           | 72                             | 66                             |
| 2002           | 143                         | 56                            | 90                             | 76                             |
| 2003           | 313                         | 31                            | 20                             | 1                              |
| 2004           | 276                         | 119                           | 21                             | 1                              |
| <b>Средняя</b> | <b>116</b>                  | <b>116</b>                    | <b>69</b>                      | <b>70</b>                      |
| Минимум        | 11                          | 31                            | 20                             | 1                              |
| Максимум       | 313                         | 217                           | 131                            | 203                            |

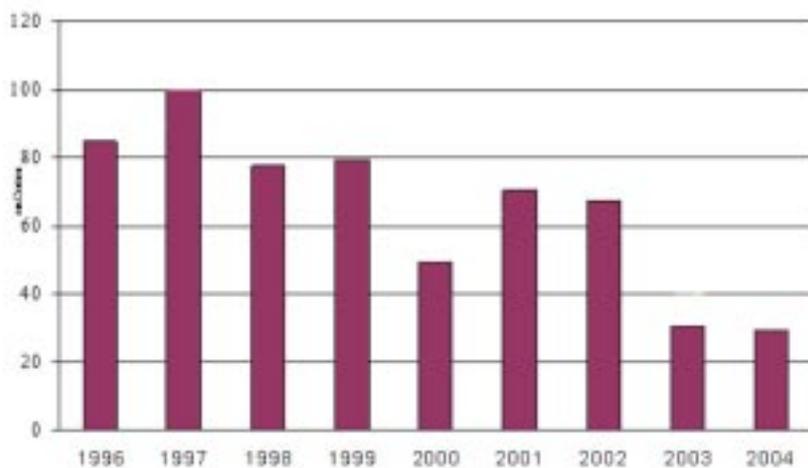


Рис. 2. Средняя электропроводность вод р. Вишни по годам наблюдений

( $p=0.66$ ). Больше в р. Вишне и размах колебаний электропроводности вод.

Пик электропроводности во время зимней межени на р. Керженец составляет 203 мкСм/см при среднем за период наблюдений значении – 132 мкСм/см (табл. 11). На р. Вишне максимальный показатель проводимости также составляет 203 мкСм/см, среднее же за годы наблюдений значение – 117 мкСм/см. Как и в

Таблица 14. Характеристика годов наблюдений по преимущественному питанию рек

| Годы грунтового питания | Годы смешанного питания | Годы поверхностного питания |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <i>р. Керженец</i>      |                         |                             |
| 1996, 1997, 1998, 1999  | 2000, 2001, 2002        | 2003, 2004                  |
| <i>р. Вишня</i>         |                         |                             |
| 1996, 1997, 1998, 1999  | 2000, 2001, 2002        | 2003, 2004                  |

предыдущем случае, статистический анализ для двух групп по t-критерию Стьюдента не выявил различий данных по электропроводности в зимнюю межень между р. Керженец и р. Вишня ( $p=0.98$ ).

Зимняя межень на притоке наступает, судя по уровню, в несколько более ранние сроки – 13 декабря (табл. 11), тогда как на р. Керженец – 19 декабря (однако, статистическая достоверность различий этих

дат весьма низкая,  $p=0.662$ ). Меньше и размах дат наступления данного явления – с конца ноября до двадцатых чисел января, тогда как в р. Керженец меженный уровень может отмечаться с двадцатых чисел ноября по первую декаду февраля. Несколько об ином свидетельствуют данные по динамике электропроводности речных вод. Средние сроки пика межени на обеих реках близки и приходятся на 7 и 8 декабря. Всего два дня разницы в датах начала зимней межени. Поздние же сроки отличаются весьма значительно (на 12 дней), причем в отличие от таковых по ди-

Таблица 15. Длительность сезонов (в днях) по наблюдениям температуры воды р. Керженец

| Год            | Весна<br>(t – 5–15°C) | Лето                             |                           | Осень<br>(t – 5–15°C) | Зима<br>(t < 5°C) |
|----------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|
|                |                       | прохладное лето<br>(t = 15–20°C) | жаркое лето<br>(t > 20°C) |                       |                   |
| 1996           | 17                    | 60                               | 64                        | 45                    | 179               |
| 1997           | 40                    | 37                               | 59                        | 47                    | 182               |
| 1998           | 17                    | 47                               | 50                        | 59                    | 192               |
| 1999           | 36                    | 50                               | 52                        | 48                    | 179               |
| 2000           | 42                    | 64                               | 41                        | 49                    | 170               |
| 2001           | 37                    | 50                               | 48                        | 40                    | 190               |
| 2002           | 43                    | 33                               | 49                        | 48                    | 192               |
| 2003           | 34                    | 58                               | 37                        | 48                    | 188               |
| 2004           | 52                    | 55                               | 36                        | 40                    | 183               |
| <b>Средняя</b> | <b>35</b>             | <b>50</b>                        | <b>48</b>                 | <b>47</b>             | <b>184</b>        |
| Минимум        | 17                    | 33                               | 36                        | 40                    | 170               |
| Максимум       | 52                    | 64                               | 64                        | 59                    | 192               |

намике уровня, уже запаздывает наступление межени на р. Вишне.

Для того, чтобы оценить роль различных источников в питании Керженца по годам (преобладание ключевого питания в случае повышенной электропроводности вод, или питания поверхностными водами, если проводимость низкая), проанализируем данные по электропроводности: выделим периоды года с различной электропроводностью вод.

питания была и в 2001 г., хотя величины проводимости были, как правило, ниже. Этот год следует отнести к годам с ключевым питанием. 2000 и 2002 гг. характеризуются как годы смешанного питания. По числу дней с низкой электропроводностью выделяются 2003 и 2004 годы. Это годы поверхностного питания. Таким образом, мы можем охарактеризовать годы наблюдений по типу питания р. Керженец (табл. 33).

Таблица 16. Характеристика сезонов на основании наблюдений за температурой воды р. Керженец

| Год  | Весна     | Лето                  | Осень     | Зима      |
|------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|
| 1996 | короткая  | жаркое, затяжное      | своеврем. | короткая  |
| 1997 | затяжная  | жаркое, короткое      | своеврем. | своеврем. |
| 1998 | короткая  | обычное, своеврем.    | затяжная  | затяжная  |
| 1999 | своеврем. | жаркое, своеврем.     | своеврем. | короткая  |
| 2000 | затяжная  | прохладное, длит.     | своеврем. | короткая  |
| 2001 | своеврем. | обычное, своеврем.    | короткая  | затяжная  |
| 2002 | затяжная  | теплое, короткое      | своеврем. | затяжная  |
| 2003 | своеврем. | прохладное, своеврем. | своеврем. | затяжная  |
| 2004 | затяжная  | прохладное, короткое  | короткая  | своеврем. |

Приведенная гистограмма средних годовых величин электропроводности (рис. 1) хорошо отображает происходившую картину снижения доли грунтового питания во второй половине 1990-х и в начале 2000-х годов.

Как видно из рисунка 1 и таблицы 12, заметно выделяются 1996–1999 гг., когда, судя по электропроводности, в течение большей части года (около восьми месяцев) Керженец питался преимущественно грунтовыми водами и среднегодовая электропроводность воды была свыше 100 мкСм/см. Довольно велика роль грунтового

Среднегодовые значения электропроводности р. Вишни вполне сопоставимы с таковой р. Керженец, хотя в целом несколько ниже последних (рис. 2). Однако следует отметить, что в отдельные годы показатель проводимости вод р. Вишни даже выше, чем у р. Керженец. Средняя за девять лет электропроводность р. Вишни – 65.9 мкСм/см, размах колебаний по годам составляет от 29.0 до 105.9 мкСм/см.

Наибольшей минерализацией воды р. Вишни, так же как и воды р. Керженец, отличались в конце 90-х гг. (1996–1999). Относительно высока роль ключево-

Таблица 17. Длительность сезонов (в днях) по наблюдениям за температурой воды в р. Вишне

| Год            | Весна<br>( $t = 5-15^{\circ}\text{C}$ ) | Лето   |   | Осень<br>( $t = 5-15^{\circ}\text{C}$ ) | Зима<br>( $t < 5^{\circ}\text{C}$ ) |
|----------------|---|--|---|---|-------------------------------------|
|                |   | прохладное лето<br>( $t = 15-20^{\circ}\text{C}$ ) | жаркое лето<br>( $t > 20^{\circ}\text{C}$ ) |   |                                     |
| 1996           | 29                                      | 75   | 35  | 35                                      | 192                                 |
| 1997           | 35                                      | 41   | 48  | 55                                      | 186                                 |
| 1998           | 17                                      | 47   | 50  | 59                                      | 192                                 |
| 1999           | 44                                      | 45   | 34  | 57                                      | 185                                 |
| 2000           | 47                                      | 74   | 12  | 49                                      | 183                                 |
| 2001           | 46                                      | 53   | 32  | 50                                      | 184                                 |
| 2002           | 59                                      | 55   | 15  | 39                                      | 197                                 |
| 2003           | 55                                      | 55   | 14  | 65                                      | 188                                 |
| 2004           | 57                                      | 69   | 8   | 46                                      | 185                                 |
| <b>Среднее</b> | <b>43</b>                               | <b>57</b>  | <b>28</b>                                   | <b>51</b>                               | <b>188</b>                          |
| Минимум        | 17                                      | 41   | 8   | 35                                      | 183                                 |
| Максимум       | 59                                      | 75   | 50  | 65                                      | 197                                 |

го питания была и в 2000, 2001 и 2002 гг. Годами малой минерализации можно назвать 2003 и 2004 гг.

Таким образом, и на основании наблюдений за р. Вишней прослеживается падение доли ключевого питания от конца девяностых годов к началу двухтысячных.

Рассмотрим температурный режим р. Керженец и р. Вишни по годам и в сравнении между реками (табл. 12–15).

( $p=0.367$ ) продолжается в р. Вишне и «осень», т. е. период, когда температура воды понижается от 15 до 5 °С. «Зима» на притоке на 4 дня длиннее, чем на Керженце ( $p=0.176$ ). Это самый длительный период гидрологического года в наших широтах, длящийся практически половину календарного года. Несмотря на то, что уровень значимости различий длительности сезонов на р. Вишне и р. Керженец невелик, это явление стоит объяснить недостаточ-

Таблица 18. Характеристика сезонов на основании наблюдений за температурой воды р. Вишни

| Год  | Весна        | Лето                  | Осень     | Зима      |
|------|--------------|-----------------------|-----------|-----------|
| 1996 | короткая     | теплое, затяжное      | короткая  | затяжная  |
| 1997 | короткая     | жаркое, своеврем.     | затяжная  | своеврем. |
| 1998 | очень корот. | жаркое, затяжное      | затяжная  | затяжная  |
| 1999 | своеврем.    | жаркое, короткое      | затяжная  | своеврем. |
| 2000 | затяжная     | прохладное, своеврем. | своеврем. | короткая  |
| 2001 | затяжная     | жаркое, своеврем.     | своеврем. | своеврем. |
| 2002 | затяжная     | прохладное, короткое  | короткая  | затяжная  |
| 2003 | затяжная     | прохладное, короткое  | затяжная  | своеврем. |
| 2004 | затяжная     | прохладное, короткое  | короткая  | своеврем. |

На р. Керженец весенний период, т. е. срок, когда вода прогревается от 5 до 15 °С, составляет в среднем 35 дней, в то время как в р. Вишне весенний прогрев вод более чем на неделю протяженней – 43 дня; уровень значимости различий  $p=0.211$ . Существенно короче в р. Вишне и период «жаркого лета» ( $p=0.004$ ), составляющий всего 28 дней (табл. 12, 14), тогда как в р. Керженец воды остаются теплыми (температура свыше 20 °С) около 48 дней в году. Так называемое «прохладное лето» длится в р. Вишне в среднем на неделю дольше ( $p=0.238$ ). На четыре дня дольше

но большим сроком наблюдений, хотя и при более продолжительных наблюдениях выводы об имеющихся различиях скорее всего подтвердятся.

Среднемноголетние максимальные температуры в р. Керженец и р. Вишне регистрируются в середине июля (14.07 и 16.07 соответственно). Разброс дат их наступления на обеих реках составляет 40 дней, в некоторые годы максимальные температуры регистрируются и в июне, однако никогда пик прогрева не отмечается в августе. Проведенный статистический анализ для двух групп по t-критерию Стьюдента не выя-

Таблица 19. Даты начала гидрологических сезонов в р. Керженец

| Год            | Весна<br>(прогрев<br>выше 5°C) | Лето<br>(прогрев<br>выше 15°C) | Жаркое лето<br>(прогрев выше<br>20°C) | Осень<br>(охлаждение<br>ниже 15°C) | Зима<br>(охлаждение<br>ниже 5°C) |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1996           | 22.04                          | 06.05                          | 12.06                                 | 10.07                              | 31.10                            |
| 1997           | 23.04                          | 14.05                          | 09.06                                 | 17.08                              | 24.10                            |
| 1998           | 06.05                          | 22.05                          | 05.06                                 | 14.08                              | 26.10                            |
| 1999           | 22.04                          | 26.05                          | 10 июня                               | 30.08                              | 08.11                            |
| 2000           | 16.04                          | 28.05                          | 03.06                                 | 10.09                              | 07.11                            |
| 2001           | 24.04                          | 04.05                          | 25.06                                 | 28.08                              | 18.10                            |
| 2002           | 20.04                          | 05.05                          | 12.06                                 | 22.08                              | 31.10                            |
| 2003           | 05.04                          | 16.05                          | 06.07                                 | 05.09                              | 23.10                            |
| 2004           | 20.04                          | 28.05                          | 26.06                                 | 07.09                              | 25.10                            |
| <b>Средняя</b> | <b>20.04</b>                   | <b>16.05</b>                   | <b>15.06</b>                          | <b>29.08</b>                       | <b>28.10</b>                     |
| Ранняя         | 05.04                          | 04.05                          | 03.06                                 | 14.08                              | 18.10                            |
| Поздняя        | 06.05                          | 28.05                          | 06.07                                 | 10.09                              | 08.11                            |

вил различий блоков данных по максимальным температурам воды р. Керженец и р. Вишня ( $r=0.917$ ).

Рассмотрим и оценим каждый год наблюдений, учитывая в течение них продолжительность периодов с тем или иным уровнем р. Керженец (табл. 24). За высокий уровень воды мы считали таковой свыше 100 см, за низкий – ниже 25 см. Границей

уровневому режиму можно охарактеризовать как близкий с «типичному» или «нормальному» году.

Вероятно, более корректно оценивать водность того или иного года по уровню вод в течение безледного периода, т. к. в зимний период на динамику уровня могли оказать влияние ледовые условия в районе поста наблюдений.

Таблица 20. Даты начала гидрологических периодов в р. Вишне

| Год            | Весна<br>(прогрев<br>выше 5°C) | Лето<br>(прогрев<br>выше 15°C) | Жаркое лето<br>(прогрев выше<br>20°C) | Осень<br>(охлаждение<br>ниже 15°C) | Зима<br>(охлаждение<br>ниже 5°C) |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1996           | 21.04                          | 05.05                          | 14.06                                 | 08.09                              | 15.10                            |
| 1997           | 26.04                          | 14.05                          | 09.06                                 | 15.08                              | 23.10                            |
| 1998           | 06.05                          | 22.05                          | 05.06                                 | 14.08                              | 26.10                            |
| 1999           | 19.04                          | 25.05                          | 23.06                                 | 18.08                              | 18.10                            |
| 2000           | 14.04                          | 25.04                          | 15.07                                 | 23.08                              | 05.11                            |
| 2001           | 22.04                          | 07.06                          | 01.07                                 | 04.08                              | 22.10                            |
| 2002           | 19.04                          | 05.05                          | 30.06                                 | 26.08                              | 04.10                            |
| 2003           | 12.04                          | 18.04                          | 23.04                                 | 21.08                              | 19.10                            |
| 2004           | 20.04                          | 28.05                          | 17.06                                 | 13.08                              | 31.10                            |
| <b>Средняя</b> | <b>21.04</b>                   | <b>13.05</b>                   | <b>18.06</b>                          | <b>19.08</b>                       | <b>21.10</b>                     |
| Ранняя         | 12.04                          | 18.04                          | 23.04                                 | 04.08                              | 04.10                            |
| Поздняя        | 06.05                          | 07.06                          | 17.07                                 | 08.09                              | 05.11                            |

между пониженным и повышенным служила отметка 75 см. Преобладающими низкими уровнями характеризовались следующие годы: 1996, 1998, 1999. Рекордно длительный период высокого уровня вод (169 дней) наблюдался в 2003 г. Преимущественно пониженный уровень отмечался в р. Керженец в 1997, 2001, 2002, 2004 гг. 2000 г. по

В таком случае (табл. 25) 1996 г. можно охарактеризовать как год с повышенным и высоким уровнем, т. к. длительность периода с первым на неделю превышала средний многолетний показатель, а сроки высокого уровня превышали средние данные на 12 дней.

Судя по длительности сроков с преобладанием

Таблица 21. Характеристика гидрологических периодов в р. Керженец на основании сроков начала

| Год  | Весна<br>(прогрев выше<br>5°C) | Прохладное лето<br>(прогрев выше<br>15°C) | Жаркое лето<br>(прогрев выше<br>20°C) | Осень<br>(охлаждение<br>ниже 15°C) | Зима<br>(охлаждение<br>ниже 5°C) |
|------|--------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1996 | своевременная                  | раннее                                    | своевременное                         | поздняя                            | своевременная                    |
| 1997 | своевременная                  | своевременное                             | раннее                                | ранняя                             | своевременная                    |
| 1998 | очень поздняя                  | позднее                                   | раннее                                | ранняя                             | своевременная                    |
| 1999 | своевременная                  | позднее                                   | своевременное                         | своевременная                      | поздняя                          |
| 2000 | своевременная                  | позднее                                   | раннее                                | поздняя                            | поздняя                          |
| 2001 | своевременная                  | раннее                                    | позднее                               | своевременная                      | ранняя                           |
| 2002 | своевременная                  | раннее                                    | своевременное                         | ранняя                             | своевременная                    |
| 2003 | ранняя                         | своевременное                             | очень позднее                         | поздняя                            | своевременная                    |
| 2004 | своевременная                  | позднее                                   | позднее                               | поздняя                            | своевременная                    |

Таблица 22. Характеристика гидрологических периодов в р. Вишня на основании сроков начала

| Год  | Весна<br>(прогрев выше<br>5°C) | Прохладное лето<br>(прогрев выше<br>15°C) | Жаркое лето<br>(прогрев выше<br>20°C) | Осень<br>(охлаждение<br>ниже 15°C) | Зима<br>(охлаждение<br>ниже 5°C) |
|------|--------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1996 | своевременная                  | раннее                                    | своевременное                         | очень поздняя                      | ранняя                           |
| 1997 | своевременная                  | своевременное                             | раннее                                | своевременная                      | своевременная                    |
| 1998 | поздняя                        | позднее                                   | раннее                                | своевременная                      | своевременная                    |
| 1999 | своевременная                  | позднее                                   | своевременное                         | своевременная                      | своевременная                    |
| 2000 | ранняя                         | очень раннее                              | своевременное                         | своевременная                      | очень поздняя                    |
| 2001 | своевременная                  | очень позднее                             | позднее                               | ранняя                             | своевременная                    |
| 2002 | своевременная                  | раннее                                    | позднее                               | поздняя                            | очень ранняя                     |
| 2003 | ранняя                         | очень раннее                              | очень раннее                          | своевременная                      | своевременная                    |
| 2004 | своевременная                  | позднее                                   | очень позднее                         | ранняя                             | поздняя                          |

того или иного уровня в безледный период времени каждого из лет наблюдений, к «нормальным» можно отнести 1997 и 2001 гг., когда периоды с низкими и высокими отметками уровня по своей

длительности заметно не отличались от средних многолетних, хотя в 1997 г. на р. Керженец чуть дольше обычного наблюдался пониженный уровень, а динамика 2001 г. была наиболее близкой к среднемноголетней.

Таблица 23. Показатели максимальных температур воды и даты их наступления в р. Керженец и р. Вишне

| Год            | р. Керженец |              | р. Вишня    |              |
|----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                | t, °C       | дата         | t, °C       | дата         |
| 1996           | 28.2        | 12.07        | 27.6        | 12.07        |
| 1997           | 29.2        | 26.07        | 25.8        | 28.07        |
| 1998           | 28.2        | 21.06        | 28.2        | 21.06        |
| 1999           | 25.2        | 02.07        | 25.3        | 08.07        |
| 2000           | 24.9        | 21.07        | 22.6        | 22.07        |
| 2001           | 26.3        | 23.07        | 24.8        | 22.07        |
| 2002           | 26.6        | 09.07        | 25.9        | 30.07        |
| 2003           | 24.7        | 30.07        | 23.0        | 14.07        |
| 2004           | 22.2        | 17.07        | 20.4        | 17.07        |
| <b>Средняя</b> | <b>26.2</b> | <b>14.07</b> | <b>24.8</b> | <b>16.07</b> |
| Ранняя         |             | 21.06        |             | 21.06        |
| Минимум        | 22.2        |              | 20.4        |              |
| Поздняя        |             | 30.07        |             | 30.07        |
| Максимум       | 29.2        |              | 28.2        |              |

Годы 1998, 1999, 2000 и 2002 следует охарактеризовать как годы с низким уровнем вод. Разница между ними лишь в степени выраженности крайне низких значений. 1999 г. характеризуется как год низкого уровня, когда период низкого уровня длился на 27 дней дольше обычного, что привело к существенному сокращению всех остальных периодов. В то же время в 2002 г. длительность низкого уровня всего на четыре дня превосходила среднемноголетний показатель, тогда как протяженность периода пониженного уровня была также почти на месяц дольше обычного. 2003 и 2004 гг. следует назвать годами высокого уровня.

Оценим, насколько совпадают характеристики тех или иных лет, осно-

Таблица 24. Количество дней в течение года с определенными уровнями воды р. Керженец

| Год            | Низкий<br>(ниже 50 см) | Пониженный<br>(от 50 до 75 см) | Повышенный<br>(свыше 75 до 100 см) | Высокий<br>(свыше 100 см) |
|----------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1              | 2                      | 3                              | 4                                  | 56                        |
| 1996           | 319                    | 13                             | 12                                 | 22                        |
| 1997           | 196                    | 109                            | 24                                 | 36                        |
| 1998           | 220                    | 76                             | 16                                 | 53                        |
| 1999           | 215                    | 104                            | 16                                 | 30                        |
| 2000           | 187                    | 66                             | 88                                 | 25                        |
| 2001           | 159                    | 101                            | 68                                 | 37                        |
| 2002           | 162                    | 144                            | 34                                 | 25                        |
| 2003           | 122                    | 47                             | 27                                 | 169                       |
| 2004           | 117                    | 119                            | 74                                 | 56                        |
| <b>Среднее</b> | <b>189</b>             | <b>87</b>                      | <b>40</b>                          | <b>50</b>                 |
| Минимум        | 117                    | 13                             | 12                                 | 22                        |
| Максимум       | 319                    | 144                            | 88                                 | 169                       |

ванные на показателях паводка и на динамике уровня в безледный период.

Годы низкого уровня – 1998, 1999, 2000, 2002, годы с кратковременным паводком – 1998, 2000, 2003, годы с низким паводком – 1996, 1997, 2000, 2002, 2004. Как видно, совпадение неполное.

1999 г. – низкого уровня в течение всего года, в то же время характеризуется растянутым и высоким паводком. Вероятная причина этого – длительная засуха, имевшая место в летне-осенний период.

2000 г. характеризуется как год низкого уровня вод в летний период, но в целом среднего

Таблица 25. Количество дней в течение безледного периода с определенными уровнями воды р. Керженец

| Год            | Низкий<br>(ниже 50 см) | Пониженный<br>(от 50 до 75 см) | Повышенный<br>(свыше 75 до 100 см) | Высокий<br>(свыше 100 см) |
|----------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1996           | 98                     | 41                             | 27                                 | 48                        |
| 1997           | 117                    | 50                             | 11                                 | 36                        |
| 1998           | 133                    | 41                             | 12                                 | 28                        |
| 1999           | 156                    | 12                             | 16                                 | 30                        |
| 2000           | 138                    | 28                             | 23                                 | 25                        |
| 2001           | 120                    | 38                             | 19                                 | 37                        |
| 2002           | 123                    | 65                             | 11                                 | 15                        |
| 2003           | 98                     | 41                             | 26                                 | 49                        |
| 2004           | 89                     | 37                             | 35                                 | 53                        |
| <b>Среднее</b> | <b>119</b>             | <b>39</b>                      | <b>20</b>                          | <b>36</b>                 |
| Минимум        | 89                     | 12                             | 11                                 | 15                        |
| Максимум       | 156                    | 65                             | 35                                 | 53                        |

Рассмотрим и опишем годы в хронологическом порядке.

1996 г. – год высокого уровня вод в безледный период, но в то же время с низким уровнем в зимний. Это год с кратковременным и низким паводком.

1997 г. – в целом характеризуется как год среднего уровня в летний период и слегка пониженным – в зимний, со своевременным низким паводком.

1998 г. – низкого уровня вод в течение всего года, кратковременного, но в то же время высокого паводка.

уровня (близкий к средним многолетним значениям), с кратковременным и низким паводком.

2001 г. – среднего уровня вод в безледный период и пониженного – зимой, в то же время с растянутым и высоким паводком.

2002 г. – год низкого уровня вод летом и пониженного зимой, с растянутым низким паводком.

2003 г. – год высокого в течение года уровня вод, но с кратковременным паводком среднего уровня.

2004 г. – год высокого уровня вод в безледный

Таблица 26. Длительность периодов с различным уровнем воды р. Вишни, дни

| Год            | Низкий<br>(ниже 50 см) | Пониженный<br>(от 50 до 75 см) | Повышенный<br>(свыше 75 до 100 см) | Высокий<br>(свыше 100 см) |
|----------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1997           | 301                    | 47                             | 10                                 | 7                         |
| 1998           | 244                    | 52                             | 56                                 | 13                        |
| 1999           | 238                    | 59                             | 48                                 | 20                        |
| 2000           | 179                    | 66                             | 108                                | 12                        |
| 2001           | 211                    | 72                             | 57                                 | 25                        |
| 2002           | 158                    | 148                            | 34                                 | 25                        |
| 2003           | 249                    | 61                             | 44                                 | 11                        |
| 2004           | 168                    | 155                            | 22                                 | 20                        |
| <b>Среднее</b> | <b>219</b>             | <b>83</b>                      | <b>47</b>                          | <b>17</b>                 |
| Минимум        | 158                    | 47                             | 10                                 | 7                         |
| Максимум       | 301                    | 155                            | 108                                | 25                        |

Таблица 27. Длительность периодов с различным уровнем воды р. Вишни в течение безледного периода, дни

| Год            | Низкий<br>(ниже 50 см) | Пониженный<br>(от 50 до 75 см) | Повышенный<br>(свыше 75 до 100 см) | Высокий<br>(свыше 100 см) |
|----------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1997           | 178                    | 19                             | 10                                 | 7                         |
| 1998           | 159                    | 21                             | 21                                 | 13                        |
| 1999           | 159                    | 28                             | 7                                  | 20                        |
| 2000           | 141                    | 45                             | 16                                 | 12                        |
| 2001           | 162                    | 25                             | 2                                  | 25                        |
| 2002           | 123                    | 65                             | 11                                 | 15                        |
| 2003           | 157                    | 30                             | 16                                 | 11                        |
| 2004           | 148                    | 38                             | 8                                  | 20                        |
| <b>Среднее</b> | <b>153</b>             | <b>34</b>                      | <b>11</b>                          | <b>15</b>                 |
| Минимум        | 123                    | 19                             | 2                                  | 7                         |
| Максимум       | 178                    | 65                             | 21                                 | 25                        |

период и пониженного – в зимний, с растянутым низким паводком.

Перейдем к рассмотрению динамики уровня р. Вишни по годам и характеристикам каждого года на основании наблюдений за этой рекой. Так же как и р. Керженец, р. Вишня характеризуется наибольшей в течение года продолжительностью периода низкого уровня вод, причем среднее число дней с низким уровнем – 219, что значительно выше, чем в р. Керженец (189), и относительная шкала уровня здесь несколько иная.

Таблица 28. Годы с различной длительностью периодов того или иного уровня вод рек в течение безледного периода

| Годы низкого уровня          | Годы среднего уровня | Годы высокого уровня |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
| <i>р. Керженец</i>           |                      |                      |
| 1998, 1999, 2000, 2002       | 1997, 2001           | 1996, 2003, 2004     |
| <i>р. Вишня</i>              |                      |                      |
| 1997, 1998, 1999, 2001, 2003 | 2002, 2004           | 2000                 |

Если брать годовые показатели в целом (ледовый период и период открытой воды), то годами с низким уровнем р. Вишни следует назвать 1997, 1998, 1999 и 2003 гг. (табл. 26), причем 1998 г. характеризовался и более длительными, чем обычно, периодами низкого и повышенного уровня (на 25 и 9 дней соответственно). Годами пониженного уровня следует считать 2002 и 2004 гг., когда общая длительность периодов низкого и пониженного уровня составляла 306 и 323 дня соответственно. Годами с повышенным уровнем вод р. Вишни следует признать в первую очередь 2000 г., когда период повышенного уровня длился почти в 2.5 раза дольше обычного (3.6 вместо 1.5 месяцев), а также 2001 г.

Характеристика лет на основании уровня безледного периода дает следующую картину. Годы низкого уровня – 1997, 1998, 1999, 2001, 2003, среднего – 2002 и 2004. 2000 г. характеризуется как год высокого уровня.

С повышенной водностью, как правило, связана и повышенная цветность вод. Причина в том, что во влажные годы отдают избытки своих вод болотные массивы, занимающие значительные площади водосборных бассейнов р. Керженец и особенно р. Вишни. Для оценки продолжительности питания болотными водами и доли последних в водном балансе обеих рек была проведена градация цветности их вод. Низкой считалась цветность ниже 50 °Pt-Co, высокой – свыше 200 °Pt-Co, границей между пониженной и повышенной цветностью служила отметка 125 °Pt-Co. Результаты анализа каждого из лет наблюдений по этому показателю представлены в таблицах 30–34.

имущественно пониженной цветностью характеризовался и 2004 г., т. к., несмотря на длительный (более чем на 11 дней) период с высокой окраской вод, временной интервал с пониженной интенсивностью окраски длился на целый месяц дольше обычного.

Судя по наблюдениям за р. Вишней, хорошая водоотдача с болот происходила в 1999, 2000, 2004 гг. Однако в 2001 г. на 23 дня больше был и период пониженной цветности, тогда как таковой высокой интенсивности окраски превышал типичные показатели на 38 дней. Следует назвать этот год – годом крайних показателей цветности. Аналогичным явился и 2003 г., когда период пониженной цветности превышал средние многолетние показатели на 28 дней, а период высокой – на 20 дней. В итоге 2001 и 2003 гг. – годы крайних показателей – можно условно отнести к средним. Повышенной цветностью вод характеризовался и 2004 г.

Таблица 29. Длительность периодов с определенной цветностью вод р. Керженец, дни

| Год            | Низкая<br>(ниже 50 °Pt-Co) | Пониженная<br>(от 50 до 125 °Pt-Co) | Повышенная<br>(свыше 125 до 200 °Pt-Co) | Высокая<br>(свыше 200 °Pt-Co) |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| 1997           | 4                          | 194                                 | 125                                     | 42                            |
| 1998           | 2                          | 227                                 | 128                                     | 8                             |
| 1999           | 1                          | 126                                 | 237                                     | 1                             |
| 2000           | 1                          | 211                                 | 135                                     | 18                            |
| 2001           | 35                         | 209                                 | 115                                     | 6                             |
| 2002           | 35                         | 313                                 | 17                                      | 0                             |
| 2003           | 0                          | 231                                 | 110                                     | 24                            |
| 2004           | 0                          | 251                                 | 87                                      | 27                            |
| <b>Среднее</b> | <b>10</b>                  | <b>220</b>                          | <b>119</b>                              | <b>16</b>                     |
| Минимум        | 0                          | 126                                 | 17                                      | 0                             |
| Максимум       | 35                         | 313                                 | 237                                     | 42                            |

Как видно из сравнения данных по обеим речкам, в целом р. Вишня характеризуется более интенсивно окрашенными водами. За все годы наблюдений в ней не отмечались периоды с низкой цветностью вод, в то время как средняя протяженность периода высоко интенсивной окраски – 3,5 месяца, тогда как в р. Керженец – чуть больше полумесяца. Наиболее же типичны для р. Керженец показатели пониженной цветности – около семи месяцев в году, а для р. Вишни – повышенной (почти пять месяцев).

Годами с наиболее интенсивно окрашенными водами р. Керженец следует признать 1997 и 1999 гг. Средними показателями характеризовались 1998 и 2000 гг. Динамику цветности в 2003 г. также следует признать близкой к типичной. Преимущественное питание реки малоокрашенными грунтовыми водами отмечалось в 2001 и 2002 гг. Пре-

Годом пониженной цветности уверенно можно назвать 2002 г., когда воды р. Вишни оставались малоокрашенными на протяжении девяти месяцев.

Сравним выводы о характеристике того или иного года, сделанные на основании наблюдений за р. Керженец и за р. Вишней. Они имеют между собой определенную долю сходства. Однозначно годами с повышенным болотным питанием следует признать 1997 и 1999. «Типичным» можно охарактеризовать 2003 г. Годом преимущественно грунтового питания следует назвать 2002 г. Однако имеют место и неоднозначные характеристики. Так, 1998 и 2000 гг. на основании наблюдений за р. Вишней характеризуются как годы повышенного питания болотными водами, в то же время, судя по наблюдениям за Керженцом, это годы с близкими к средним многолетним показателями. 2001 г., характеризуемый в одном случае как год

с обычной долей болотных вод в питании реки (Вишня), в другом – год пониженного питания болотными водами (Керженец). Наиболее же противоречивые выводы сделаны по отношению к 2004 г. На основании наблюдений за Керженцем – это год пониженного питания болотными водами, тогда как, согласно таковым на р. Вишне, в 2004 г. происходило преимущественное питание реки болотными водами. Обратим внимание, что и на

Таблица 30. Длительность периодов с определенной цветностью вод р. Вишни, дни

| Год            | Пониженная<br>(50–125 °Pt-Co) | Повышенная<br>(125–200 °Pt-Co) | Высокая<br>(свыше 200 °Pt-Co) |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 1997           | 105                           | 183                            | 77                            |
| 1998           | 86                            | 225                            | 54                            |
| 1999           | 64                            | 127                            | 174                           |
| 2000           | 31                            | 147                            | 187                           |
| 2001           | 126                           | 84                             | 155                           |
| 2002           | 277                           | 76                             | 12                            |
| 2003           | 131                           | 97                             | 137                           |
| 2004           | 7                             | 221                            | 137                           |
| <b>Среднее</b> | <b>103</b>                    | <b>145</b>                     | <b>117</b>                    |
| Минимум        | 7                             | 76                             | 12                            |
| Максимум       | 277                           | 225                            | 187                           |

р. Керженец период с наиболее высокими значениями цветности вод длился на 11 дней дольше обычного (табл. 24).

Объяснение таких разногласий в оценке того или иного года на основании цветности, как и в случае с характеристикой лет на основании других гидрологических и гидрохимических показателей (уровень, электропроводность), следует искать в различиях источников питания той или иной реки.

В какой период года отмечаются наименее малоокрашенные обесцвеченные воды? В р. Керженец разброс дат наблюдения минимальной цветности довольно велик. Это может быть и зимой в подледный период, и летом или засушливой осенью, когда река питается преимущественно бесцветными грунтовыми водами. Может случиться, что наименьшей за весь год цветностью керженские воды будут обладать в пик паводка.

Тут уже основная роль в «обесцвечивании» Керженца принадлежит талым снеговым водам. Минимальная среднемноголетняя цветность этой реки – 37°Pt-Co, при разбросе значений от 15 до 64 °Pt-Co (табл. 26).

Наиболее окрашенные воды в р. Керженец от-

мечаются весной, как правило, в мае, в период спада паводка (табл. 26). В это время отдают избыток своих вод болотные массивы. Случаются и исключения из этого правила, когда годовые пики цветности приходятся на март, что обусловлено, вероятно, продолжительной весенней оттепелью, либо на один из летних месяцев, когда случается обильное выпадение осадков. Средний за 8 лет наблюдений максимальный показатель цветности вод р. Керженец – 252 °Pt-Co, при размахе колебаний 169–331 °Pt-Co.

Наименее окрашенные воды в р. Вишне встречаются, как правило, в зимний период. За редким исключением это отмечается в паводок. Обесцвечивание вод р. Вишни не бывает столь сильным, как вод р. Керженец. Средний за 8 лет наблюдений минимальный показатель цветности – 75 °Pt-Co, при колебаниях от 51 до 120 °Pt-Co (табл. 27).

Наиболее окрашенные воды р. Вишни отмечаются в безледный период – с апреля по начало августа (табл. 33). Средний многолетний максимальный показатель цветности – 404 °Pt-Co, при колебаниях от 219 до 508 °Pt-Co.

Таким образом, мы можем достаточно детально охарактеризовать каждый из годов наблюдений на основании комплекса показателей гидрологического и гидрохимического режима рек.

1996 г. – год низкого и кратковременного паводка, с короткой весной, жарким и затяжным летом. Осень в этом году была своевременная, зима – чуть короче обычной. Летний уровень воды в р. Керженец был выше обычного. Высока была и доля ключевого питания р. Керженец. Судя по наблюдениям за р. Вишней, 1996 г. характеризуется как год с короткой весной, теплым за-

Таблица 31. Сроки наблюдений наиболее и наименее окрашенных вод р. Керженец и показатели цветности

| Год            | Олигогуменные воды |              | Полугуменные воды |              |
|----------------|--------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                | цветность, °Pt-Co  | дата         | цветность, °Pt-Co | дата         |
| 1997           | 31                 | 25.09        | 293               | 16.03        |
| 1998           | 15                 | 06.12        | 226               | 21.05        |
| 1999           | 35                 | 12.04        | 206               | 06.05        |
| 2000           | 47                 | 24.02        | 331               | 29.06        |
| 2001           | 17                 | 09.10        | 243               | 04.05        |
| 2002           | 31                 | 19.09        | 169               | 10.05        |
| 2003           | 55                 | 02.01        | 277               | 25.07        |
| 2004           | 64                 | 13.09        | 269               | 07.08        |
| <b>Среднее</b> | <b>37</b>          | <b>28.11</b> | <b>252</b>        | <b>30.05</b> |

тяжким летом, короткой осенью и затяжной зимой. Высокая электропроводность вод р. Вишни свидетельствует о значительной роли в питании реки грунтовых вод.

1997 г. характеризуется низким растянутым паводком, затяжной весной, коротким и жарким летом. Осень и зима в этот год были своевременные. В летнее время для Керженца характерен типичный для этого сезона года уровень воды. Доля болотных вод в питании реки на протяжении года была существенной, однако, велика и роль грунтовой подпитки. На р. Вишне 1997 г. – год со

женного уровня воды в безледный период. Весна была короче обычной, лето – жаркое и затяжное. Дольше средних сроков длились и осень, и зима. В безледный период в питании реки была высокая роль ключей. Болотное питание в этот год, так же как и в предыдущий, составляло в водном балансе р. Вишни высокую долю.

1999 г., как и предыдущий, характеризовался высоким и своевременным паводком р. Керженец, своевременной весной, жарким летом, наблюдавшимся в обычные сроки. Осень также характеризовалась как своевременная. Зима была несколь-

Таблица 32. Сроки наблюдений наименее и наиболее окрашенных вод р. Вишни и показатели цветности

| Год            | Олигогумозные воды |              | Полигумозные воды |              |
|----------------|--------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                | цветность, °Pt-Co  | дата         | цветность, °Pt-Co | дата         |
| 1997           | 51                 | 12.01        | 441               | 25.06        |
| 1998           | 82*                | 09.01        | 360               | 08.06        |
| 1999           | 64                 | 12.11        | 395               | 03.05        |
| 2000           | 68                 | 19.12к       | 429               | 03.07        |
| 2001           | 54                 | 04.12        | 395               | 02.04        |
| 2002           | 68                 | 07.10        | 219               | 08.05        |
| 2003           | 96*                | 31.12        | 480               | 18.07        |
| 2004           | 120*               | 02.04        | 508               | 01.08        |
| <b>Среднее</b> | <b>75</b>          | <b>23.12</b> | <b>404</b>        | <b>08.07</b> |

\* Воды, со столь высокими показателями цветности, стоит считать «олигогумозными» лишь условно.

своевременным низким паводком. На протяжении безледного периода уровень воды р. Вишни был несколько ниже обычного. Весна в анализируемый год была короткая, лето жаркое и своевременное, осень затяжная, зима своевременная. Водоотдача с болот была выше обычной. Высокую долю в водном балансе составляло и ключевое питание.

1998 г. Имел место высокий кратковременный паводок. Весна была короткая, лето обычное по температурным показателям, своевременное. Осень и зима были затяжные. Доля болотных вод в питании Керженца была в пределах нормы. Вклад грунтовых вод в водный баланс реки оставался высоким, как и в предыдущие годы. На р. Вишне 1998 г. – год с высоким кратковременным паводком. В целом характеризуется, так же как и предыдущий, как год пони-

ко короче обычной. В этом году болотные воды играли очень существенную роль в питании р. Керженец, но в то же время и вклад грунтовых вод в водный баланс реки оставался высоким. 1999 г. на р. Вишне, так же как и предыдущий, – год высокого весеннего паводка, но в этом году половодье растянуто. Уровень воды большую часть летнего периода – ниже нормы. Весна в 1999 г. была своевременная, лето несколько короче своих обычных сроков, но жаркое. Осень – затяжная, зима – своевременная. Так же как и в предыдущие годы, была высока болотная подпитка р. Вишни, наряду с этим высока и доля грунтового питания.

2000 г. – год низкого и кратковременного паводка на р. Керженец. Весна в 2000 г. была затяжная, лето относительно прохладное и длительное. Осень своевременная, зима короткая. По доле пи-

Таблица 33. Характеристика лет наблюдений по доле болотных вод в питании рек

| «Полигумозные» годы          | «Мезогумозные» годы | «Олигогумозные» годы |
|------------------------------|---------------------|----------------------|
| <i>р. Керженец</i>           |                     |                      |
| 1997, 1999                   | 1998, 2000, 2003    | 2001, 2002, 2004     |
| <i>р. Вишня</i>              |                     |                      |
| 1997, 1998, 1999, 2000, 2004 | 2001, 2003          | 2002                 |

тания болотными водами этот год можно охарактеризовать как «мезогумозный». На р. Вишне в 2000 г. паводок был краткосрочный, среднего уровня. Наряду с паводком и весь безледный период уровень воды был в пределах средних значений. Судя по температурным значениям, наблюдалась затяжная весна, прохладное и своевременное лето, своевременная осень и короткая весна. Этот год также характеризуется как «полигумозный», с высокой долей в питании р. Вишни болотных вод. Роль грунтовых вод в питании р. Вишни в этом году была не столь высока, как в предыдущие годы.

2001 г. характеризовался высоким и кратковременным паводком на р. Керженец, в то время как уровень воды в летнее время в реке находился в пределах нормы. Доля болотных вод в питании реки была ниже обычного. Роль ключевого питания в питании реки была еще довольно высока, однако уже ниже, чем в предыдущие годы. 2001 г. характеризовался высоким и растянутым паводком на р. Вишне. Однако в целом уровень воды в безледный период ниже обычного. Весна была затяжная, лето жаркое и своевременное. Осень и зима были также в пределах своих многолетних сроков. Подпитка речки болотными водами по сравнению с предыдущими годами несколько уменьшилась. Доля грунтовых вод в питании р. Вишни была в пределах средних многолетних показателей.

В 2002 г. имел место низкий кратковременный паводок, и в безледный период отметки уровня р. Керженец были ниже нормы. Весна – затяжная, лето короткое, но теплое. Осень – своевременная. Зима чуть более длительная, нежели обычно. В питании реки доля болотных вод была ниже средней, река в основном питалась ключевыми водами. 2002 г. – год низкого и растянутого по срокам паводка на р. Вишне. Уровень воды и на протяжении остального безледного периода оставался ниже обычного. Весна была затяжная, лето короткое и прохладное. Осень также была короче средних многолетних сроков, зима же – затяжная. В этот год доля болотных вод в питании речки была минимальной за все годы наблюдений. Обычным было и грунтовое питание р. Вишни (в пределах средних многолетних показателей).

2003 г. На р. Керженец имел место среднего уровня несколько растянутый паводок. Весна, лето и осень были своевременными, зима относительно затяжной. Лето было прохладным. В этот год Керженец получал обычную подпитку болотными водами, доля грунтовых вод в речном питании упала. Отмечался кратковременный паводок

среднего уровня на р. Вишне; после паводка уровень воды в р. Вишне упал и находился ниже своих среднемноголетних значений. Весна и осень были затяжные, лето прохладное и короткое, зима – своевременная. Болота питали р. Вишню в пределах своей обычной нормы. Роль грунтовых вод заметно упала.

2004 г. с растянутым по срокам паводком уровня ниже среднего на р. Керженец. Наблюдалась затяжная весна, прохладное и короткое лето. Короче обычных сроков была в этом году и осень. Зима – относительно своевременная. Болота в течение года слабо отдавали свою воду. Доля грунтовых вод в питании реки была такой же низкой, как и в предыдущий. Это год низкого растянутого паводка и затяжной весны на р. Вишне. Уровень воды в целом был в пределах своих обычных норм или близок к ним. Лето в этом году было прохладное и короткое. Короче своих обычных сроков была и осень. Длительность зимнего периода была в пределах нормы. Наблюдалась повышенная роль в питании реки болотных вод. Роль грунтовых вод в питании р. Вишни, как и в предыдущий год, оставалась низкой.

Таким образом, в результате анализа данных многолетних наблюдений за р. Керженец и ее притоком р. Вишней нам удалось охарактеризовать каждый год наблюдений и сезоны по комплексу гидрологических и гидрохимических показателей, а также выявить некоторые особенности водотоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

*Государственный водный кадастр.* Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 3. Многолетние данные. Характерные уровни воды (погодичные данные). Ч. 1. Реки и каналы. Т. 1. РСФСР. Вып. 23. Бассейн Волги (верхнее течение). Л., 1989. 320 с.

*Крутовская Е. А., Буторина Г. Н.* Календарь природы заповедника «Столбы» // Труды запов. «Столбы». Красноярск, 1975. Вып. 10. С. 77–179.

*Манкиш В. Д., Баянов Н. Г.* Гидрологический и гидрохимический режим реки Керженец и ее притоков в среднем и нижнем течении // Труды ГПЗ «Керженский». Т. 1. Природные условия Керженского заповедника и некоторые аспекты охраны природы Нижегородской области. Н. Новгород, 2001. С. 79–108.

*Чернов А. В., Кораблева О. В.* Результаты наблюдений за размывом берегов на реках Лесного Заволжья и их анализ // Труды Академии проблем водохозяйственных наук. Проблемы русловедения. 2003. Вып. 9. С. 206–214.

*Шульц Г. Э.* Общая фенология. Л., 1981. 188 с.

УДК 581.526.325.2 (470.341)

## ДИНАМИКА БИОМАССЫ И ДОМИНИРУЮЩИЕ ВИДЫ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ЗАПОВЕДНИКА "КЕРЖЕНСКИЙ"

Е. Л. Воденеева

*Государственный природный биосферный заповедник "Керженский"*

Охарактеризованы сезонная и межгодовая динамика численности и биомассы фитопланктона и определен трофический статус водных объектов, расположенных на территории Керженского заповедника и его охранной зоны. Выявлен состав водорослей, представляющих структурообразующий комплекс сообществ фитопланктона. Продемонстрировано сходство и различие состава доминирующих видов в озерных и речных экосистемах.

**Ключевые слова:** Керженский заповедник, фитопланктон, биомасса, трофический статус, доминирующие виды, озерные и речные экосистемы.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 46–57.

Важность характеристик состояния фитопланктона при изучении водных экосистем определяется его положением автотрофного продуцента в основании экологической пирамиды. Состав доминирующих видов и показатели количественного развития фитопланктона в водоемах разного биологического типа во многом определяют специфику структуры водных планктонных сообществ, отражают трофический статус и качество вод (Трифонов, 1990).

Целью настоящей работы стало выявление состава доминирующих видов, структуры и динамики биомассы альгоценозов и определение трофического статуса водоемов и водотоков Керженского заповедника и его охранной зоны.

### Материал и методы исследований

Исследования фитопланктона проводились в период 1994–2004 гг. на 31 водном объекте (озера, реки, пруды, болота) заповедника и его охранной зоны. Все исследованные водоемы являлись слабо минерализованными, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевой группы, различались по степени гумификации (62–500 градусов платиновокобальтовой шкалы) и ацидификации (рН 4.1–7.1). Влияние хозяйственной деятельности на них практически отсутствовало.

Сезонная периодичность альгоценозов рассматривалась на примере более частых сборов материала: в 1995 г. – оз. Сиротинное, р. Керженец, Рустайчик; 1997 г., 2000–2002 гг. – оз. Круглое, Калачик, реки Керженец и Вишня; 2000–2002 гг. оз. Нижнее Рустайское; 2002 г. – оз. Черное, Пустынное и р. Черная (рис. 1). Отбор проб осуществлялся в основном ежемесячно с мая по ноябрь.

Для выявления состава зимнего и ранневесеннего фитопланктона были взяты пробы в январе 1998 г. в оз. Черное и Пустынное, а также в декабре – апреле 2001–2002 гг. в оз. Нижнее Рустайское, Круглое, Калачик, р. Керженец и Вишня. Структурные показатели растительного планктона притоков Керженца (р. Пугай, Черная, Большая Черная, Рустайчик) изучались по результатам съемок в 1994 г. (сентябрь – ноябрь), 1997 г. (май) и 2000 г. (июнь – июль). Исследования остальных водных объектов проводилось в целях инвентаризации общей флоры водорослей водоемов заповедной территории. Данные первичной обработки проб за период 1994–1998 гг. для обобщения результатов были любезно предоставлены доцентом кафедры ботаники Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского Г. А. Юловой.

Количественные пробы для определения состава, численности и биомассы водорослей отбирались и определялись по общепринятым гидробиологическим методикам (Методика..., 1975). Пробы фитопланктона за 1997–2002 гг. концентрировались методом фильтрации с применением отечественных мембранных фильтров № 5 и 6 с диаметром пор 1.5 и 2.5 мкм соответственно и фильтров марки «Сынпор» № 2 (диаметр пор 2.5 мкм). В 2004 г. концентрирование фитопланктона проводилось методом осаждения. Фиксацию отобранного материала производили 40%-ным раствором формалина. Всего за период исследования было отобрано и проанализировано более 400 проб фитопланктона.

Идентификация водорослей, определение их размерных характеристик и подсчет клеток осуществлялись в камере Нажотта объемом 0.01 мл с использованием микроскопов МБ – 30Б

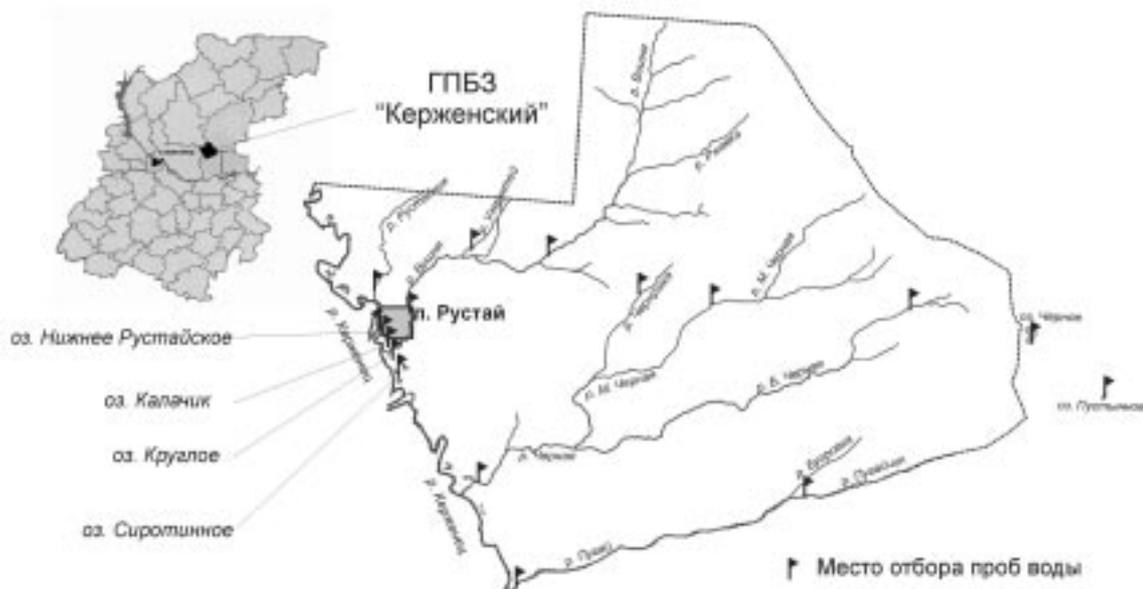


Рис. 1. Схема исследованных водных объектов Керженского заповедника

(Польша), Lomo AU-12 (Россия) при 600-кратном увеличении. Список пособий, используемый при идентификации видового состава водорослей, указывался ранее (Летопись... , 2003).

Биомасса фитопланктона определялась общепринятым расчетным способом, при котором 109 мкм<sup>3</sup> соответствует 1 мг сырой биомассы (Методика... , 1975). Объемы водорослей приравнивались к объемам соответствующих геометрических фигур; удельный вес водорослей принимался равным 1. По средним за сезон значениям биомассы фитопланктона определялась трофность водоема, при этом использовалась классификация И. С. Трифионовой (1990): биомасса < 1 г/м<sup>3</sup> – олиготрофный тип водоема; 1–5 г/м<sup>3</sup> – мезотрофный; 5–10 г/м<sup>3</sup> – эвтрофный; > 10 г/м<sup>3</sup> – высокоэвтрофный водоем. Процесс расчета количественных показателей фитопланктона был автоматизирован с помощью табличного процессора Excel.

Доминирующими считались виды, биомасса которых составляла 10% и более от общей биомассы фитопланктона в каждой пробе, взятой из водоема. В качестве субдоминантов выделяли виды, биомасса которых была не менее 5% от общей (Охапкин, 1997).

Сходство состава доминирующих видов исследованных водных объектов было оценено с помощью коэффициента Сёрнсена ( $k_s$ ) (Мэгаран, 1992), вычисленного по формуле:

$$k_s = \frac{2 \cdot j}{(a + b)} \cdot 100\%$$

где  $j$  – число общих видов в обоих водоёмах,  $a$  – число видов в водоёме А,  $b$  – число видов в водоёме В.

Сравнение видового состава альгофлор проводилось с использованием кластерного анализа (метод ближайшего соседа, Евклидовы расстояния). Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием пакета программ MS Excel 2000, Statistica (v. 6.0) и Stadia.

### Результаты и их обсуждение

Изучение альгофлоры водоемов и водотоков Керженского заповедника и его охранной зоны позволили выявить 947 видов, разновидностей и форм водорослей из 10 отделов. Планктонная флора исследованных водных объектов характеризовалась преобладанием зеленых, диатомовых и эвгленовых водорослей с меньшим участием золотистых и синезеленых.

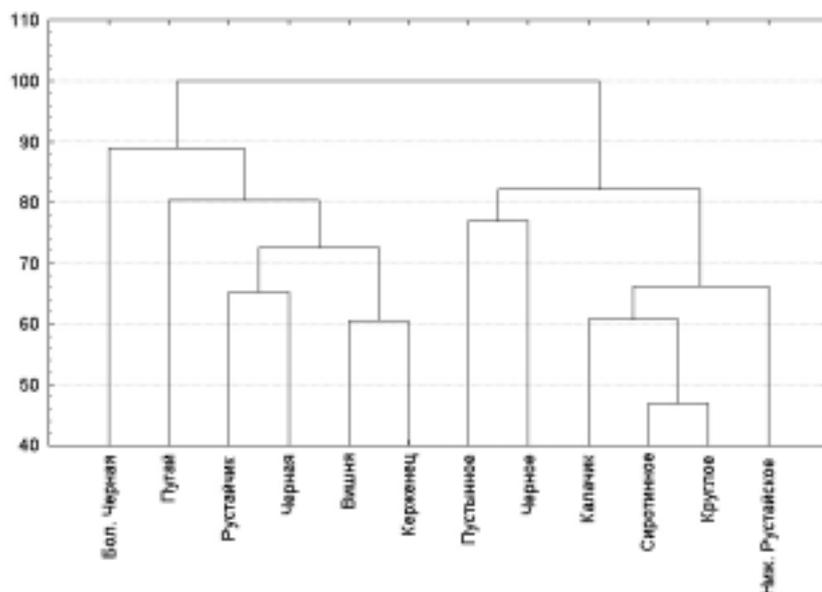
Массовые виды водорослей в водоемах были представлены 181 таксоном разного ранга, что составляет 20.0% общего видового списка. В таксономическом плане распределение доминирующих видов достаточно сходно с общим видовым богатством: выделялись диатомовые (31.6% общего состава доминантов), зеленые (23.8%) и эвгленовые (17.2%) (табл. 1). Подобное соотношение основных таксономических групп отмечалось в речной системе, в водоемах озерного типа третья позиция в общем списке доминантов принадлежала динофитовым водорослям.

Таблица 1. Таксономический состав доминирующих видов фитопланктона исследованных водных объектов (над чертой – число видов, разновидностей и форм, под чертой – %)

| Водные объекты            | Отдел           |                  |                      |                  |                  |                |                   |                  |                 | Всего      |
|---------------------------|-----------------|------------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|-----------------|------------|
|                           | Cyano-<br>phyta | Chryso-<br>phyta | Bacilla-<br>riophyta | Xantho-<br>phyta | Crypto-<br>phyta | Dino-<br>phyta | Eugleno-<br>phyta | Chloro-<br>phyta | Rhodo-<br>phyta |            |
| <b>Озера</b>              |                 |                  |                      |                  |                  |                |                   |                  |                 |            |
| Нижнее Рустайское         | 1/2.5           | 4/10.0           | 11/27.5              | 1/2.5            | 1/2.5            | 5/12.5         | 3/7.5             | 14/35.1          | –               | 40         |
| Круглое                   | 3/8.1           | 4/10.8           | 3/8.1                | 2/5.4            | 1/2.7            | 14/37.8        | 4/10.8            | 6/16.2           | –               | 37         |
| Калачик                   | 3/7.5           | 3/7.5            | 12/30.2              | –                | 1/2.5            | 8/20.3         | 6/15.2            | 7/17.5           | –               | 40         |
| Сиротинное                | –               | 3/10.7           | 5/17.8               | 1/3.4            | 2/7.1            | 9/32.1         | 3/10.7            | 5/17.9           | –               | 28         |
| Черное                    | 1/5.1           | 3/15.2           | 6/30.0               | –                | 2/10.0           | 2/10.0         | 2/10.0            | 4/20.4           | –               | 20         |
| Пустынное                 | –               | 1/9.1            | 3/27.3               | –                | 1/9.1            | 3/27.2         | –                 | 2/18.2           | 1/9.1           | 11         |
| <b>Все озера</b>          | <b>7/8.9</b>    | <b>16/13.7</b>   | <b>30/25.6</b>       | <b>2/1.7</b>     | <b>3/2.6</b>     | <b>17/14.5</b> | <b>15/12.8</b>    | <b>26/22.2</b>   | <b>1/0.9</b>    | <b>117</b> |
| <b>Рек</b>                |                 |                  |                      |                  |                  |                |                   |                  |                 |            |
| Керженец                  | 2/3.4           | 1/1.72           | 32/55.2              | –                | –                | 3/5.2          | 6/10.3            | 14/24.1          | –               | 58         |
| Вишня                     | 3/5.6           | 4/7.4            | 21/38.9              | –                | –                | 5/9.3          | 11/20.3           | 10/18.5          | –               | 54         |
| Черная                    | 2/9.5           | –                | 11/52.3              | –                | 1/4.8            | –              | 5/23.8            | 2/9.5            | –               | 21         |
| Большая Черная            | –               | –                | –                    | –                | –                | 2/22.2         | 6/66.7            | 1/11.1           | –               | 9          |
| Пугай                     | 1/8.3           | –                | 5/41.6               | –                | –                | 2/16.7         | 3/25.0            | 1/8.3            | –               | 12         |
| Рустайчик                 | 2/7.1           | –                | 8/28.5               | 1/3.6            | 1/3.6            | 1/3.6          | 9/32.1            | 6/21.4           | –               | 28         |
| <b>Все реки</b>           | <b>6/5.2</b>    | <b>5/4.3</b>     | <b>47/40.5</b>       | <b>1/0.9</b>     | <b>1/0.9</b>     | <b>9/7.7</b>   | <b>23/19.8</b>    | <b>24/20.7</b>   | <b>–</b>        | <b>116</b> |
| <b>Все водные объекты</b> | <b>11/6.1</b>   | <b>15/8.3</b>    | <b>57/31.6</b>       | <b>2/1.1</b>     | <b>3/1.7</b>     | <b>17/9.4</b>  | <b>31/17.2</b>    | <b>43/23.8</b>   | <b>1/0.6</b>    | <b>181</b> |

Степень общности состава доминирующих таксонов по коэффициенту Серенсена для озер составила 12–51%, для рек – 9–36%, а при кластеризации данных лотические и лентические водоемы четко выделились в две обособленные группы (рис. 2). Среди озер наибольшее сходство отмечалось у пойменных озер Круглое, Сиротинное и Калачик, к которым примыкало оз. Нижнее Рус-

Рис. 2 Дендрограмма флористического различия водных объектов заповедника по составу доминирующих видов фитопланктона



туйское. Отдельной группой стояли водоемы, характеризующиеся экстремальными показателями условий обитания: ультраполигузное оз. Черное и мезоацидное оз. Пустынное. В системе водотоков наиболее сходен состав доминирующих видов

фитопланктона р. Керженец и Вишня, а также притоков Рустайчик и Черная. Общим доминантом для исследованных рек являлся *Trachelomonas volvocina* Ehr., для озер – виды рода *Cryptomonas*.

Количественные показатели развития фитопланктона согласно шкалам типизации водоемов (Трифонова, 1990) свидетельствовали о низком уровне трофии обследованных водных объектов. В водоемах озерного типа частота встречаемости значений биомассы, характерных для олиготрофных вод, составляла 50–80%, в речных экосистемах – 80–100%.

В системе озер наибольшие величины максимальной и средневегетационной биомассы, свойственные водам мезотрофного типа, отмечались в нейтральном оз. Нижнее Рустайское, в остальных озерах значения биомассы колебались от 0.24 до 1.45 г/м<sup>3</sup> и соответствовали олиготрофному, либо слабomezотрофному уровню (табл. 2).

Структура и динамика сообществ фитопланктона оз. Нижнее Рустайское определялись, главным образом, развитием диатомовых и зеленых водорослей, при этом картина сезонных изменений численности и биомассы в разные годы была достаточно сходной (рис. 3). Как правило, отмечалось 2–3 подъема численности и 1–2 пика биомассы с годовым максимумом

в летний сезон. В 2000 г. в формировании летнего максимума биомассы ( $5 \text{ г/м}^3$ ) принимали участие представители хлорококковых [*Tetrastrum triangulare* (Chod.) Kom.] и десмидиевых (виды рода *Staurastrum*), а из диатомей – *Synedra* sp. (до 42% от общей биомассы).

Осенний пик приходился на середину сентября и был обусловлен вегетацией зеленых водорослей *Mougeotia* sp. (47% от общей биомассы) и *Tetrastrum triangulare*. В 2001 г. уровень количественного развития фитоценозов оставался схожим. Отмечено лишь смещение первого летнего максимума на более ранние сроки (начало июля), который определялся развитием *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kutz. (до  $1.7 \text{ г/м}^3$ ). В качестве сопутствующих по биомассе видов в это время выступали конъюгаты (десмидиевые и зигнемовые водоросли). Своего наибольшего развития по биомассе ( $8.4 \text{ г/м}^3$ ) фитопланктон достиг во второй декаде сентября за счет присутствия в планктоне *Mougeotia* sp. По численности на про-

осенний сезон и до начала ледостава количественное развитие фитопланктона резко снижалось. Доминантами в это время выступали холодолюбивые динофитовые (род *Peridinium*) и золотистые (представители рода *Chromulina*, цисты различных родов золотистых) водоросли. В 2002 г. максимальный уровень количественного развития фитопланктона ( $4.56 \text{ г/м}^3$ ) был приурочен к началу лета (вторая декада июня) и обусловлен присутствием в планктоне диатомей *Synedra* sp. ( $4.44 \text{ млн кл./л} - 3.81 \text{ г/м}^3$ ). После июньско-июльской депрессии следующий подъем количественных показателей был зарегистрирован в середине августа. Преобладали мелкоклеточные зеленые: *Golenkiniopsis* sp. ( $6.38 \text{ млн кл./л} - 1.13 \text{ г/м}^3$ ) из хлорококковых и *Teilingia excavata* (Ralfs) Bourt. ( $8.53 \text{ млн кл./л} - 0.69 \text{ г/м}^3$ ) из десмидиевых. В зимний и весенний периоды в растительном планктоне присутствовали динофитовые, желтозеленые, диатомовые и зеленые водоросли.

Таблица 2. Показатели количественного развития фитопланктона и трофический статус исследованных озер

| Озеро             | Год  | Показатели             |                          |                                       |  | Трофический статус водоема (по биомассе фитопланктона) |
|-------------------|------|------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|--|
|                   |      | средневегетационные    |                          | максимальная биомасса, $\text{г/м}^3$ | $\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{ср. вег.}}}$ |  |
|                   |      | численность, млн кл./л | биомасса, $\text{г/м}^3$ |                                       |  |  |
| Нижнее Рустайское | 2000 | $3.76 \pm 1.49$        | $1.64 \pm 0.57$          | 5.11                                  | 3.12   | Мезотрофный  |
|                   | 2001 | $3.83 \pm 1.19$        | $1.78 \pm 0.74$          | 8.44                                  | 4.74   | Мезотрофный  |
|                   | 2002 | $6.17 \pm 2.41$        | $1.47 \pm 0.45$          | 4.56                                  | 3.10   | Мезотрофный  |
| Круглое           | 1997 | $0.39 \pm 0.18$        | $1.45 \pm 0.47$          | 5.00                                  | 3.45   | Мезотрофный  |
|                   | 2000 | $0.88 \pm 0.26$        | $0.73 \pm 0.17$          | 1.71                                  | 2.34   | Олиготрофный   |
|                   | 2001 | $0.57 \pm 0.21$        | $0.72 \pm 0.23$          | 1.98                                  | 2.75   | Олиготрофный   |
|                   | 2002 | $1.79 \pm 1.24$        | $0.63 \pm 0.2$           | 1.83                                  | 2.90   | Олиготрофный   |
| Калачик           | 1997 | $0.14 \pm 0.04$        | $0.76 \pm 0.4$           | 2.34                                  | 3.08   | Олиготрофный   |
|                   | 2000 | $0.64 \pm 0.18$        | $0.69 \pm 0.21$          | 1.69                                  | 2.45   | Олиготрофный   |
|                   | 2001 | $0.39 \pm 0.09$        | $0.24 \pm 0.06$          | 0.68                                  | 2.83   | Олиготрофный   |
|                   | 2002 | $0.94 \pm 0.34$        | $0.81 \pm 0.27$          | 2.67                                  | 3.29   | Олиготрофный   |
| Сиротинное        | 1995 | $0.46 \pm 0.23$        | $0.91 \pm 0.42$          | 5.01                                  | 5.51   | Олиготрофный   |
| Черное            | 2000 | $1.54 \pm 1.12$        | $0.32 \pm 0.08$          | 0.88                                  | 2.75   | Олиготрофный   |
| Пустынное         | 2000 | $0.13 \pm 0.03$        | $0.35 \pm 0.24$          | 1.28                                  | 3.66   | Олиготрофный   |

тяжении весеннего и летнего сезонов доминировали синезеленые [*Oscillatoria limosa* Ag., *Gomphosphaeria lacustris* f. *compacta* (Lemm.) Elenk. и *Merismopedia tenuissima* Lemm.], зеленые хлорококковые [*Westella botryoides* (W. West) De - Wild., *Crucigeniella apiculata* (Lemm.) Kom., *Quadrigula korschikoffii* Kom.] и десмидиевые (*Cosmarium bioculatum* Breb.) водоросли. В

В группе пойменных озер (Сиротинное, Круглое, Калачик) со средневегетационными значениями биомассы  $0.24-1.45 \text{ г/м}^3$  картина сезонных изменений фитопланктона носила более хаотичный характер (табл. 2, рис. 3–6). В сезонном аспекте уже отмечались 3–4 подъема биомассы, при этом весенне-осенние их значения были обычно выше летних.

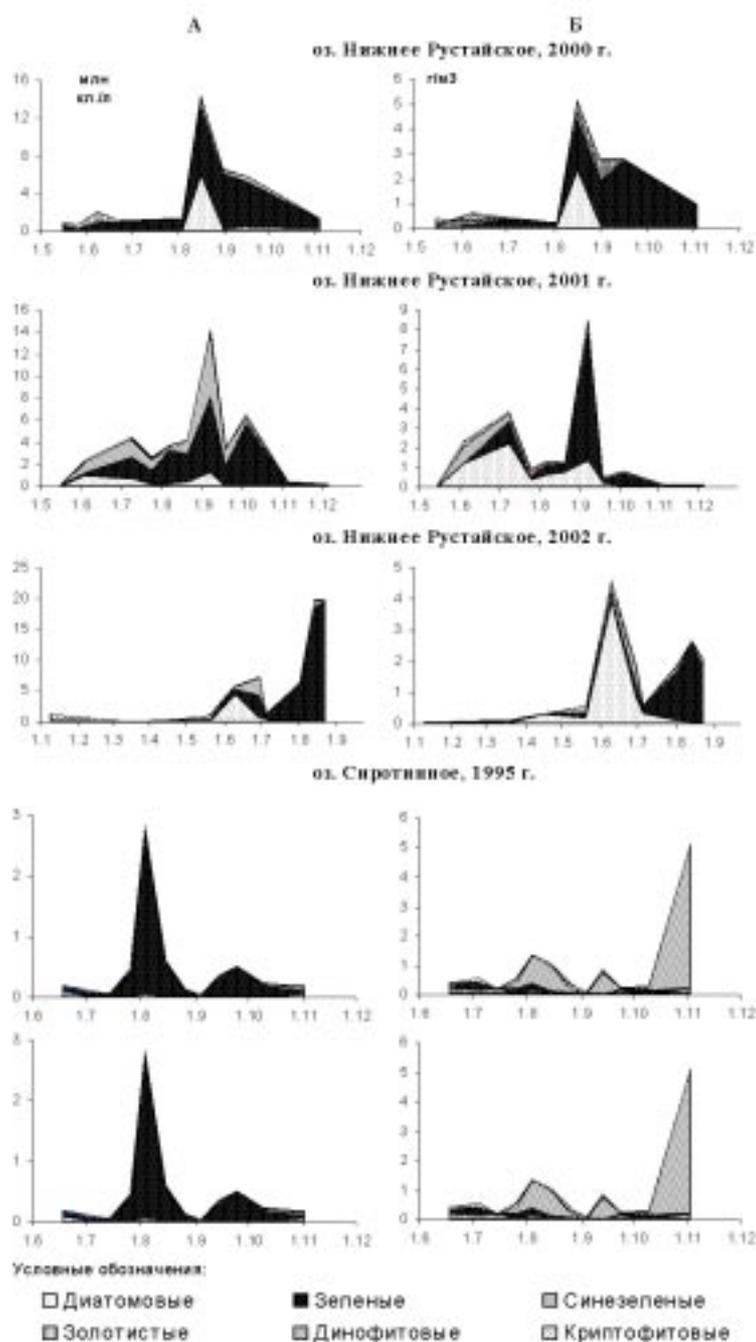


Рис. 3. Сезонная динамика численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона в озерах Нижнее Рустайское и Сиротинное

В оз. Сиротинное в сезонном аспекте в 1995 г. наблюдалось два подъема численности и три биомассы, причем максимальные значения численности (2.76 млн кл./л) приходились на середину летнего сезона, а биомассы (5.1 г/м<sup>3</sup>) – на осенний (рис. 3). По численности преобладали мелко-клеточные зеленые водоросли – *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Crucigenia quadrata* Morr., *Oocystis lacustris* Chod., *Pandorina morum* (O. Mull.) Voru, которые постоянно присутствовали в планктоне. По биомассе лидировали представители ди-

нофитовых, имеющие крупные объемы клеток – *Peridiniopsis quadridens* (Stein) Bourr., *Peridinium aciculiferum* Lemm., *P. cinctum* Ehr. Средневегетационная биомасса не превышала 1 г/м<sup>3</sup> (табл. 2).

В оз. Круглом картина сезонной динамики численности и биомассы фитопланктона в разные годы исследований носила различный характер (рис. 4). В 1997 г. весной был отмечен самый высокий уровень (5 г/м<sup>3</sup>) развития водорослей. Средняя за вегетационный период биомасса в этот год соответствовала мезотрофному уровню и составляла 1.45 г/м<sup>3</sup> (табл. 2). В растительном планктоне преобладали золотистые (*Dinobryon divergens* Imhof, *Chryso-spaerella longispina* Laut.), а по биомассе также и динофитовые водоросли [*Ceratium hirundinella* (O.F.Mull) Dujardin, *Peridiniopsis quadridens*, виды родов *Peridinium* и *Gymnodinium*]. В 2000–2002 гг. фон фитопланктона по биомассе по-прежнему создавали динофитовые водоросли, часто составляя более 50% от общей (рис. 4), причем летом в планктоне преобладал *Ceratium hirundinella*, а весной и осенью – представители родов *Peridiniopsis* [*P. quadridens*, *P. elpatiewskyi* (Ostenf.) Bourr.], *Peridinium* (*P. cinctum*, *P. umbonatum* Stein) и *Gymnodinium* (*G. paradoxum* Schilling). Заметного развития по биомассе в

летний период в 2000 г. также достигали зеленые (*Chlamydomonas* sp., *Nephrochlamys allanthoidea* Korsch.) и криптофитовые (*Cryptomonas* sp.), в 2001 г. – зеленые (*Spirogyra* sp.), диатомовые (*Tabellaria flocculosa*) и синезеленые (*Oscillatoria limosa*), а в 2002 г. – желтозеленые (*Ellipsoidion* sp.) водоросли. В осенний сезон основу биомассы (до 73% от общей) нередко создавали покоящиеся стадии (цисты) представителей отдела *Dinophyta*. Подобное уже отмечалось в некоторых закисленных озерах Словакии (Fott et al.,

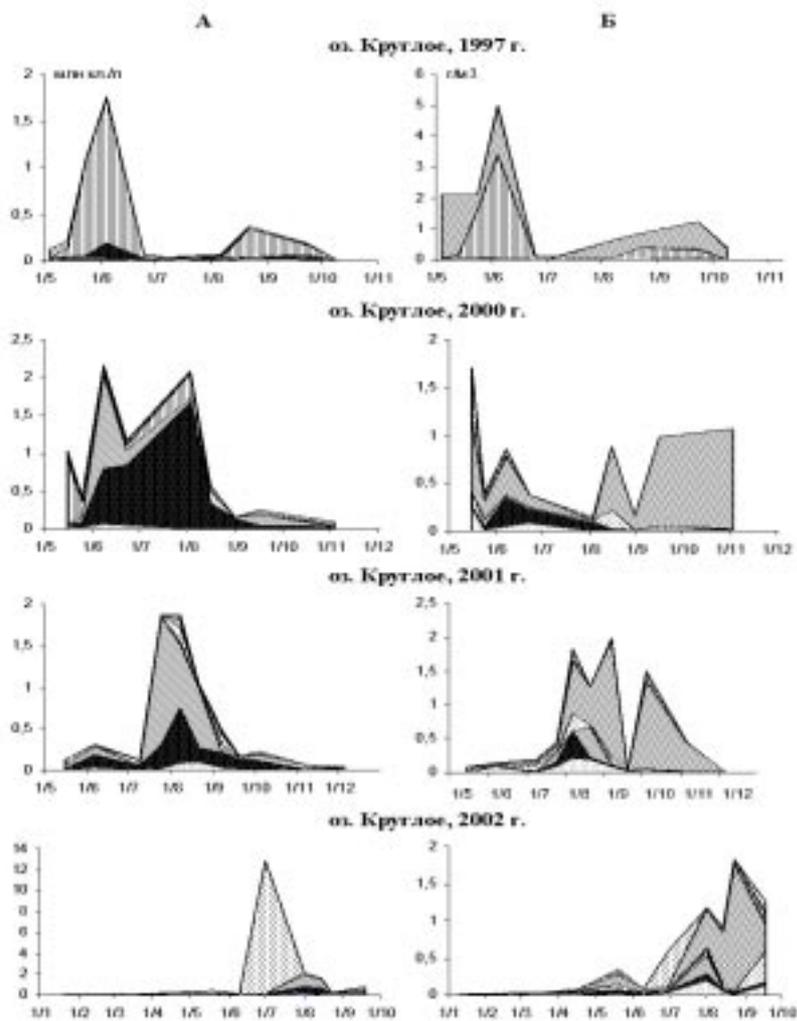


Рис. 4. Сезонная динамика численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона в озере Круглое. Обозначения те же, что на рис. 3.

1999). По численности за период исследований преобладали представители отделов *Chlorophyta*, *Cyanophyta* и *Xanthophyta*.

В оз. Калачик средняя за вегетационный период биомасса в различные годы изменялась от 0.24 до 0.81 г/м<sup>3</sup> (табл. 2). В планктоне этого озера на протяжении всего периода исследований доминировали различные жгутиковые формы водорослей: динофитовые, эвгленовые и криптонады (рис. 5). Иногда им не уступали зеленые (2000 г.), синезеленые (2001 г.) и диатомовые (2002 г.) водоросли. В 1997 г. средняя за период исследований биомасса фитопланктона составила 0.76 г/м<sup>3</sup>. Картина сезонной динамики фитопланктона носила одновыпуклый характер с максимумом в осенний период. В планктоне преобладали динофитовые водоросли (*Ceratium hirundinella*, *Peridiniopsis quadridens*, виды рода *Peridinium*), максимальная биомасса которых достигала 2.24 г/м<sup>3</sup>. По численности на протяжении года лидировали

зеленые (*Dictyosphaerium pulchellum* – до 25% от общей численности), синезеленые [*Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Anabaena sheremetievi* Elenk.] и золотистые водоросли (*Dinobryon divergens*, *Chrysosphaerella longispina*). В 2000–2002 гг. в оз. Калачик отмечалось уже 3–4 подъема численности и биомассы фитопланктона (рис. 5). По численности в эти годы основной фон альгоценозов по-прежнему создавали зеленые и синезеленые, а в отдельные годы и золотистые водоросли. Первый (весенний) пик биомассы был обусловлен развитием динофитовых (2001 г.) или диатомовых (2002 г.) водорослей, либо совместно представителями этих отделов (2000 г.). Среди динофитовых в качестве доминантов отмечены *Peridiniopsis quadridens*, виды родов *Gymnodinium* и *Peridinium* (от 10–39% общей биомассы), из диатомей – *Asterionella formosa* Hass.,

*Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kutz., *Navicula cryptocephala* Kutz., *Pinnularia* sp. (14–52 %). Летнее состояние альгоценозов отличалось полидоминантностью структуры формирующих сообществ. Состав преобладающих видов образован и синезелеными (*Oscillatoria limosa* – 2002 г.), и диатомовыми [*Pinnularia major* (Kutz.) Cl. – 2002 г.], а также зелеными, криптофитовыми и динофитовыми водорослями, из которых основную часть биомассы создавали *Spirogyra* sp. (< 1 г/м<sup>3</sup>), *Cryptomonas* sp. (до 0.26 г/м<sup>3</sup>) и *Ceratium hirundinella* (до 0.49 г/м<sup>3</sup>). Осенью кроме динофитовых в планктоне доминировали эвгленовые, криптофитовые и зеленые (2001 г.), либо криптофитовые и золотистые (2002 г.). Зимой (начало декабря) в 2001 г. был отмечен подъем в количественном развитии водорослей за счет вегетации *Oscillatoria* sp., которая создавала до 81% от общей численности и 76% от общей биомассы. В качестве основных доминантов зимних альгоцено-

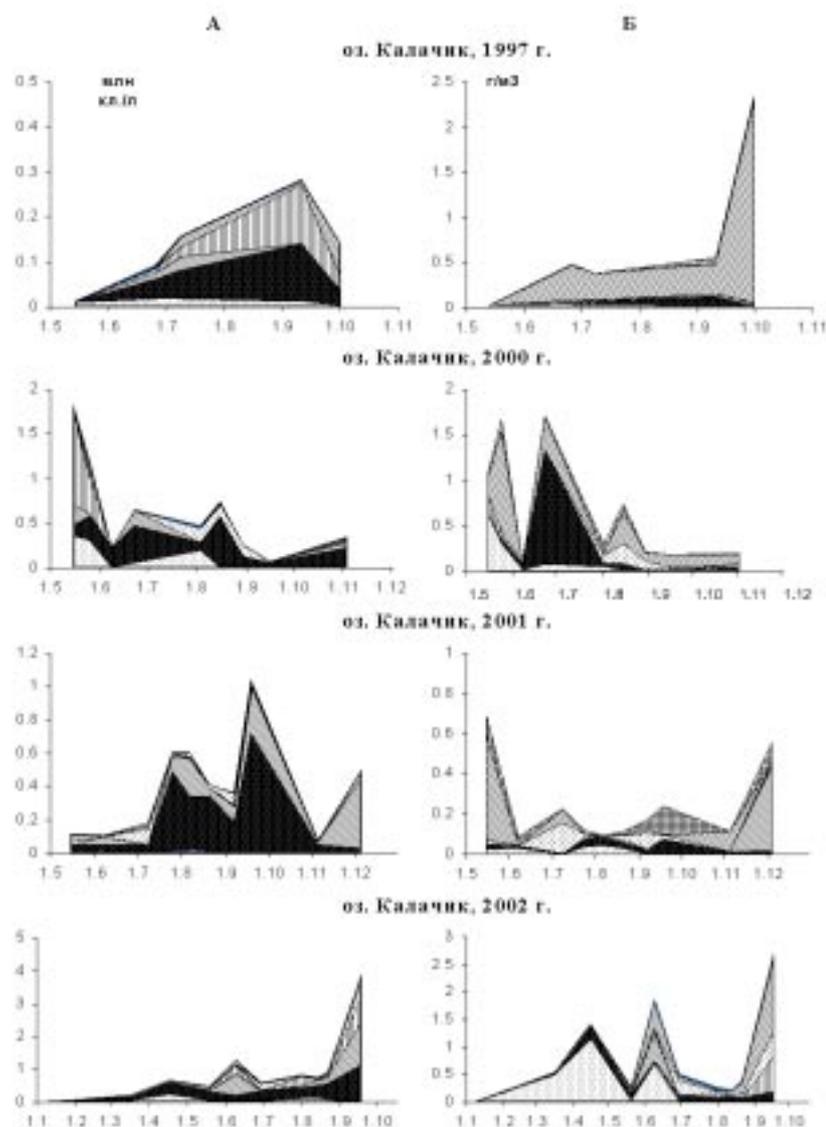


Рис. 5. Сезонная динамика численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона в озере Калачик. Обозначения те же, что на рис. 3.

зов в 2002 г. выступали пеннатные диатомовые, формируя до 89% от общей биомассы.

В оз. Черном в период 1997–1998 гг., когда отбор проб осуществлялся посезонно, максимальные значения количественного развития фитопланктона (0.06 млн кл./л – 2.12 г/м<sup>3</sup>) отмечены летом и были обусловлены развитием динофитовой водоросли *Ceratium hirundinella* (рис. 6). В остальные периоды обилие растительного планктона было низким (0.01–0.05 г/м<sup>3</sup>). Доминантами в это время выступали эвгленовые (виды рода *Trachelomonas*), золотистые (*Chrysococcus rufescens* Klebs) и хламидомонады из зеленых. В 2002 г. средневегетационные значения численности и биомассы составили 1.54 млн кл./л и 0.32 г/м<sup>3</sup> соответственно (табл. 2). В сезонном аспекте от-

мечен один пик по численности и три по биомассе (рис. 6). Первый подъем биомассы, отмеченный в середине мая, был обусловлен развитием монадных форм золотистых (0.26 г/м<sup>3</sup>) и зеленых (0.15 г/м<sup>3</sup>) водорослей. По численности, наряду с золотистыми водорослями, заметного развития достигали представители синезеленых [*Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk. и *Aphanothece clathrata* W. et G. S. West]. В летний период преобладали диатомовые (виды родов *Aulacosira* и *Eunotia*) и криптофитовые (*Cryptomonas* sp.). В начале осеннего сезона лидирующее положение занимали динофитовые за счет присутствия в планктоне *Ceratium hirundinella* и *Peridinium* sp. (до 53% от общей биомассы).

В самом кислом оз. Пустынном в период 1997–1998 гг. в летний сезон преобладали красные (*Chantrasia rugmaea* Kutz. – 0.27 млн кл./л, 0.77 г/м<sup>3</sup>) и свойственные

планктону кислых водоемов диатомовые [*Eunotia bilunaris* (Ehr.) Mills, *Tabellaria flocculosa* – до 27% от общей биомассы] водоросли (рис. 6). В осенний и зимний периоды растительный планктон обеднялся, зато весной были отмечены максимальные (0.48 млн кл./л – 3.99 г/м<sup>3</sup>) за все время исследований значения количественного развития фитопланктона, обусловленные вегетацией динофитовой водоросли *Peridiniopsis quadridens*. В 2002 г. средневегетационные значения биомассы были низкими (0.35 г/м<sup>3</sup>) и соответствовали уровню олиготрофных водоемов (табл. 2). Сезонная картина динамики фитопланктона имела два четко выраженных пика (рис. 6): весенний был обусловлен развитием динофитовых (*Peridinium aciculiferum* – 0.02 млн кл./л и 0.27 г/м<sup>3</sup>), а летний

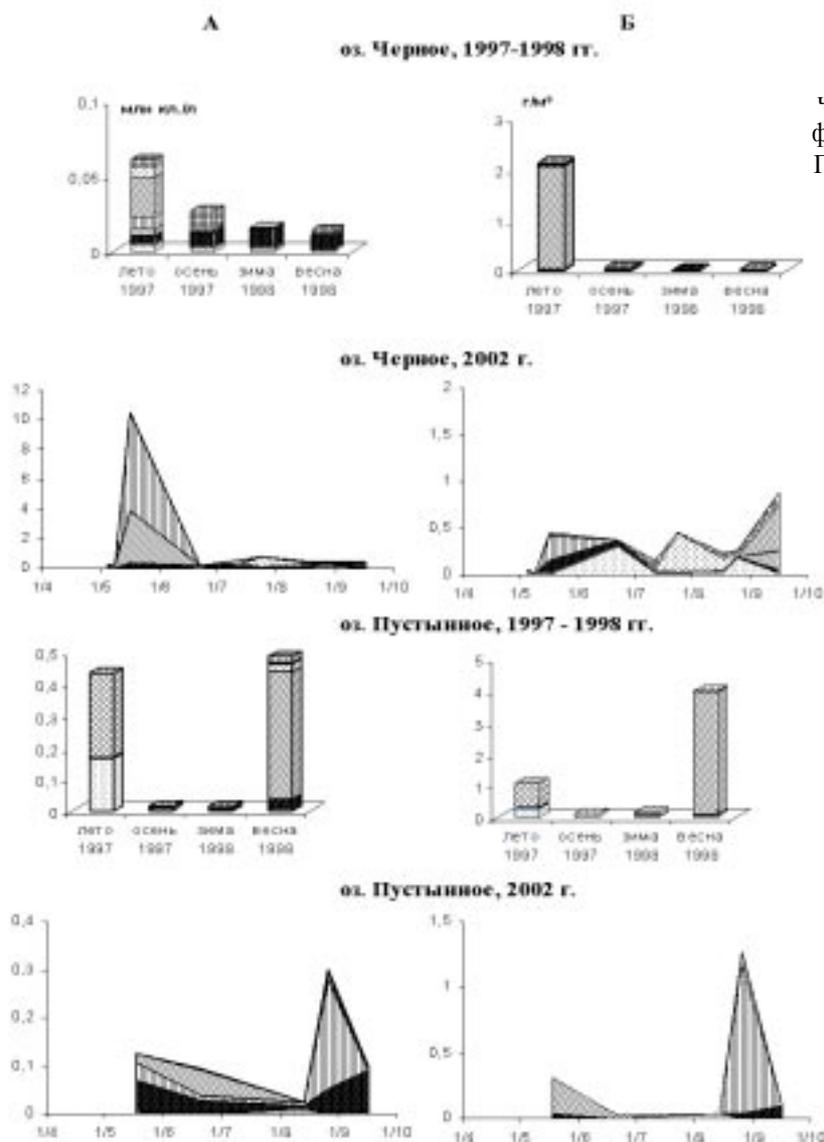


Рис. 6. Сезонная динамика численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона в озерах Черное и Пустынное. Обозначения те же, что на рис. 3.

нии всего периода исследований определяли зеленые (до 33–94% численности), диатомовые (30–60%), синезеленые (8–67%), а в 2001 г. также золотистые (до 99%) водоросли (рис. 7, 8). Биомасса же почти полностью была сформирована диатомеями (до 93–99% суммарной биомассы). Сезонная кривая количественного развития водорослей, как правило, имела 2 – 4 подъема биомассы, либо характеризовалась одним четко выраженным пиком (2002 г.) Максимальные подъемы обилия фитопланктона приходились на конец весеннего (2000, 2002 гг.) или середину летнего (2001 г.) сезона,

– золотистых (*Mallomonas longiseta* Lemm.– 0.23 млн кл./л и 1.13 г/м<sup>3</sup>) водорослей. По численности заметного обилия достигали представители отдела *Chlorophyta* [*Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. et G. S. West, *Chlamydomonas* sp., виды рода *Oocystis*].

В речной системе заповедника биомасса фитопланктона в целом оказалась ниже, чем в озерах. Средневегетационные значения биомассы водорослей редко превышали 1 г/м<sup>3</sup> и соответствовали уровню олиготрофных вод (табл. 3, 4). В сезонном аспекте роль весеннего и осеннего подъемов биомассы водорослей чаще превышала таковой летнего сезона.

В р. Керженец средняя за вегетационный период биомасса в различные годы изменялась от 0.23 до 1.44 г/м<sup>3</sup> (табл. 3). Состав и количественное развитие фитопланктона на протяже-

либо на осенний (1995, 1997 гг.) сезоны (рис. 7, 8). Комплекс преобладающих по биомассе видов в течение всего времени наблюдений менялся незначительно. Чаще регистрировались полидоминантные фитопланктоценозы с преобладанием крупноклеточной *Melosira varians* Ag. (до 85% общей биомассы), либо различных пеннатных форм – *Navicula cryptocephala*, *N. radiosa* Kutz., *Surirella tenera* Greg., *S. biseriata* Breb., *S. robusta*, *Stauroneis anceps* Ehr., виды рода *Pinnularia* и другие.

Несколько иная картина наблюдалась в 2002 г., когда эдификатором фитопланктонных сообществ выступал а-мезосапроб *Stephanodiscus hantzschii* Grun., максимальная биомасса которого достигала 6.04 г/м<sup>3</sup>. В этот же год были отмечены самые высокие как средневегетационные, так и максимальные показатели количественного

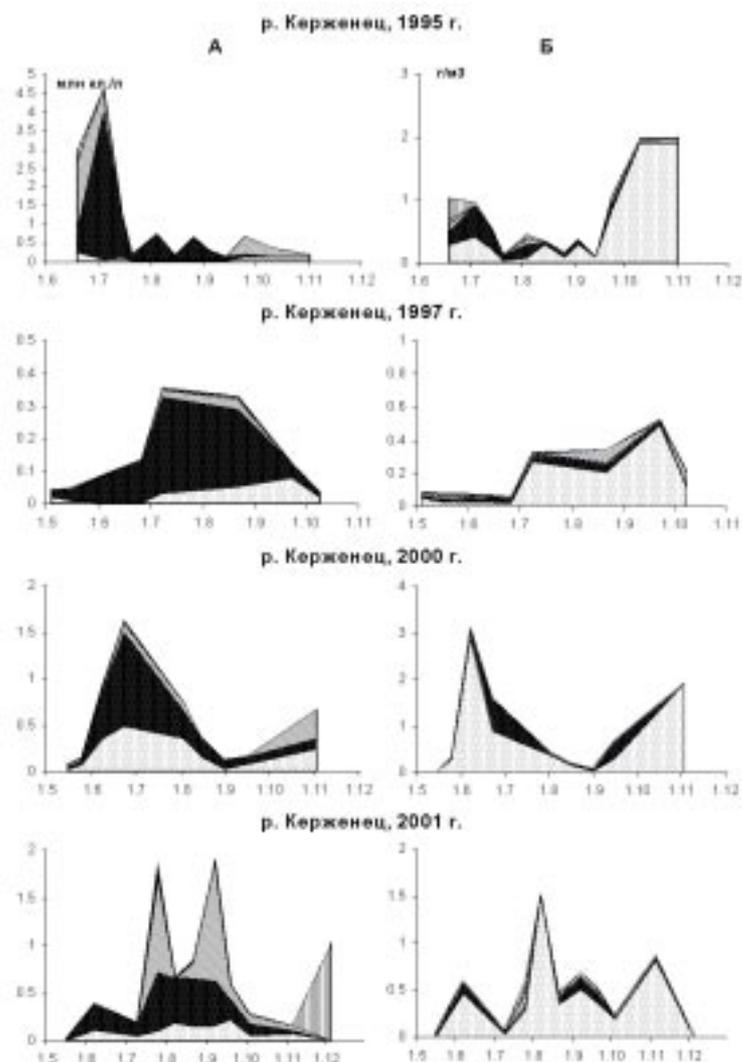


Рис. 7. Сезонная динамика численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона в р. Керженец. Обозначения те же, что на рис. 3.

развития фитопланктона (табл. 3). В качестве сопутствующих по биомассе видов в 1995, 1997, 2000–2001 гг. выделялись зеленые (в основном вольвоксовые – *Pandorina morum*, виды рода *Chlamydomonas*), а в 1997 г. динофитовые (*Ceratium hirundinella*) водоросли. Состав водорослей, преобладающих по численности, включал большое число таксонов мелкоклеточных хлорококковых (*Dictyosphaerium pulchellum*, *Westella boryoides*, *Crucigeniella restangularis* (Nag.) Kom. и др.), а в отдельные годы синезеленых [*Gomphosphaeria lacustris* Chod., виды родов *Oscillatoria*, *Phormidium*) и золотистых (*Chromulina* sp.) водорослей.

Формирующиеся планктонные фитоценозы исследованных притоков Керженца характеризовались более низкими значениями

Таблица 3. Показатели количественного развития фитопланктона и трофический статус исследуемых рек

| Водоток   | Год  | Показатели             |                            |   |                               | Трофический статус водотока (по биомассе фитопланктона) |
|-----------|------|------------------------|----------------------------|---|-------------------------------|---|
|           |      | средне-вегетационные   |                            | максимальная биомасса, г/м <sup>3</sup> | $\frac{V_{max}}{V_{cp.veg.}}$ |   |
|           |      | численность, млн кл./л | биомасса, г/м <sup>3</sup> |   |                               |   |
| Керженец  | 1995 | 1.04±0.39              | 0.76±0.19                  | 1.98                                    | 2.6                           | Олиготрофный  |
|           | 1997 | 0.15±0.05              | 0.23±0.06                  | 0.52                                    | 2.3                           | Олиготрофный  |
|           | 2000 | 0.54±0.16              | 0.93±0.35                  | 3.12                                    | 3.4                           | Олиготрофный  |
|           | 2001 | 0.71±0.19              | 0.52±0.13                  | 1.51                                    | 2.9                           | Олиготрофный  |
|           | 2002 | 1.83±0.86              | 1.89±1.02                  | 9.54                                    | 5.1                           | Мезотрофный   |
| Вишня     | 1997 | 0.01±0.005             | 0.02±0.007                 | 0.05                                    | 2.5                           | Олиготрофный  |
|           | 2000 | 0.06±0.01              | 0.41±0.26                  | 2.52                                    | 6.1                           | Олиготрофный  |
|           | 2001 | 0.19±0.07              | 0.35±0.12                  | 1.48                                    | 4.2                           | Олиготрофный  |
|           | 2002 | 0.14±0.03              | 0.15±0.05                  | 0.53                                    | 3.5                           | Олиготрофный  |
| Рустайчик | 1995 | 2.19±1.45              | 0.38±0.12                  | 1.69                                    | 4.4                           | Олиготрофный  |
| Черная    | 2002 | 0.06±0.02              | 0.25±0.19                  | 1.02                                    | 4.1                           | Олиготрофный  |

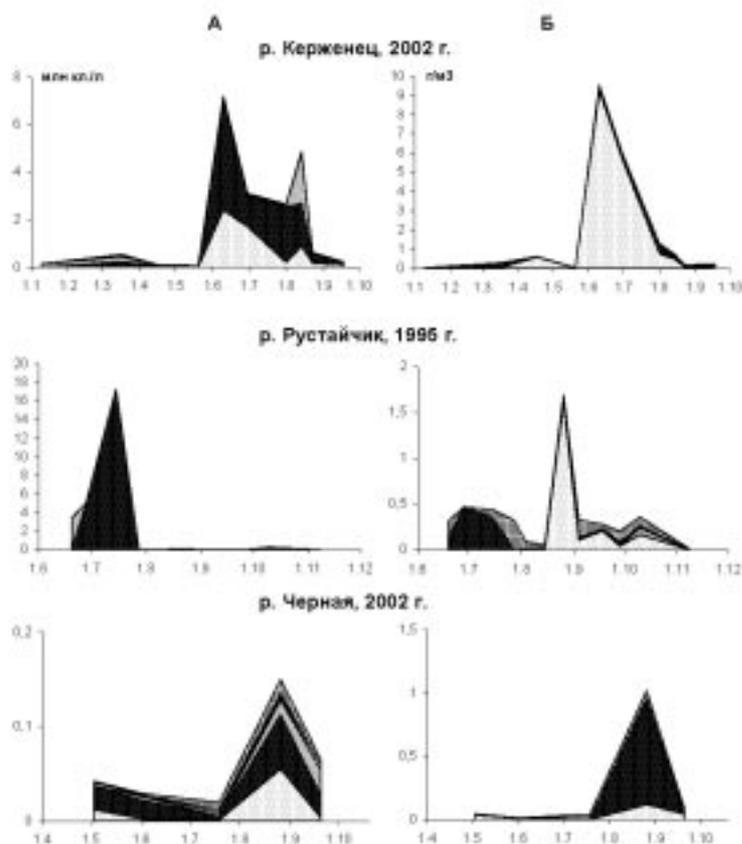


Рис. 8. Сезонная динамика численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона в реках заповедника. Обозначения те же, что на рис. 3

численности и биомассы и разнообразием состава преобладающих в разные годы видов (табл. 3–4; рис. 8–10). Общей чертой для большинства водотоков является постоянное присутствие в толще вод различных жгутиковых форм.

В сезонной динамике количественного развития водорослей полигуменной р. Рустайчик в 1995 г. отмечен один четко выраженный пик численности и два – биомассы (рис. 8). Первый подъем биомассы, который приходился на конец июня – начало июля, обусловлен развитием представителей хлорококковых водорослей *Dictyosphaerium pulchellum* (4.86 млн кл./л – 0.45 г/м³) и *Coelastrium sphaericum* Nag. (2.30 млн кл./л – 0.21 г/м³).

Максимальное же развитие альгоценозов, зарегистрированное в третьей декаде августа, полностью определялось присутствием в планктоне диатомей [*Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Surirella capronii* Breb.]. В качестве сопутствующих по биомассе видов в течение всего вегетационного сезона постоянно отмечались эвгленовые водоросли [*Euglena viridis* Ehr., *E. proxima* Dang, *Trachelomonas volvocina* Ehr., *T. hispida* (Perty) Stein emend. Defl.], которые формировали до 26–37% общей биомассы фитопланктона (третья декада июля).

В р. Черная (2002 г.) максимум развития фитопланктоценозов, как и в р. Рустайчик, отмечался в третьей декаде августа (рис. 8). Сформированный при этом пик количественного развития водорослей полностью определялся представителями отдела *Chlorophyta* с превалированием *Mougeotia* sp. (до 39% общей биомассы) и *Closterium kuetzingii* Breb. (36%). Комплексы лидирующих по численности видов характеризовались полидоминантностью и были сформированы представителями зеленых, диатомовых, синезеленых и эвгленовых водорослей (рис. 8).

В одном из самых крупных притоков р. Керженец – р. Вишня средневегетационная биомасса

Таблица 4. Численность (N) и биомасса (B) фитопланктона в некоторых водотоках заповедника

| Реки           | Сроки наблюдений |         |               |         |              |         |
|----------------|------------------|---------|---------------|---------|--------------|---------|
|                | осень 1994 г.    |         | весна 1997 г. |         | лето 2000 г. |         |
|                | N, млн кл./л     | B, г/м³ | N, млн кл./л  | B, г/м³ | N, млн кл./л | B, г/м³ |
| Черная         | 0.12             | 0.18    | 0.15          | 0.27    | 0.09         | 0.04    |
| Большая Черная | –                | –       | 0.02          | 0.04    | 0.03         | 0.07    |
| Пугай          | 0.07             | 0.17    | 0.41          | 0.5     | 0.05         | 0.09    |
| Рустайчик      | 0.01             | 0.02    | 0.01          | 0.04    | 0.19         | 0.15    |

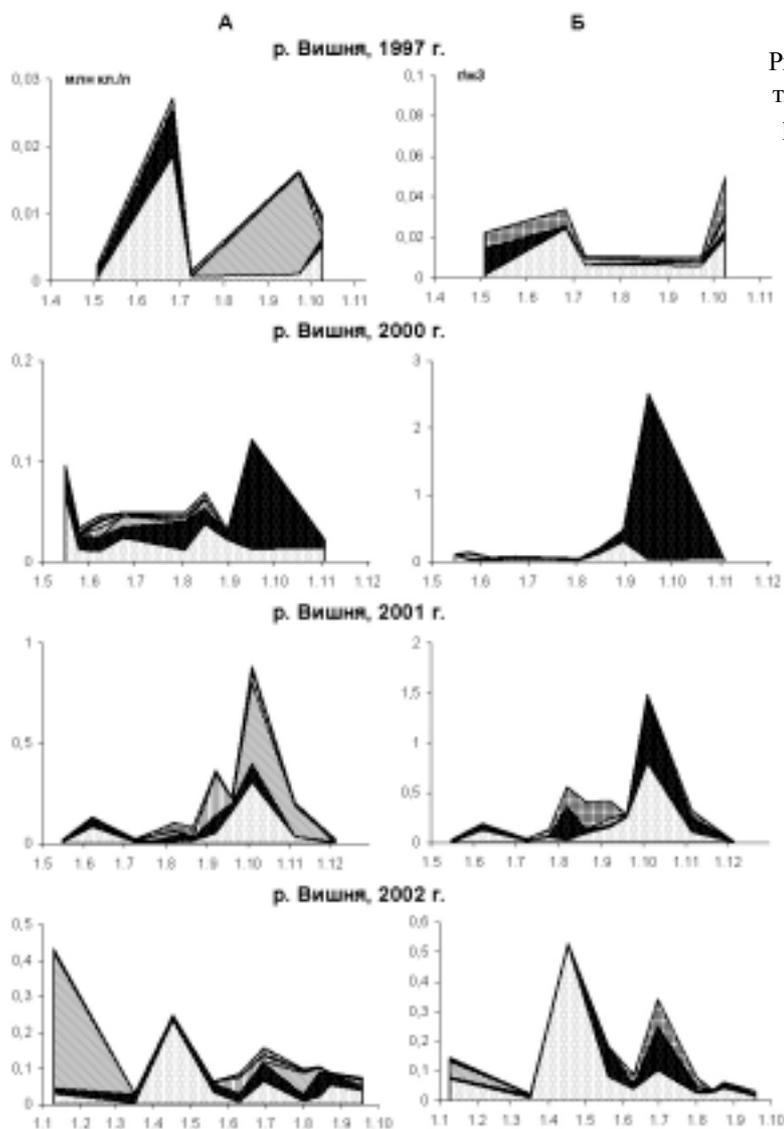


Рис. 9. Сезонная динамика численности (А) и биомассы (Б) фитопланктона р. Вишня. Обозначения те же, что на рис. 3

планктонных водорослей находилась в пределах 0.02–0.41, а максимальная достигала 2.52 (2000 г.) г/м<sup>3</sup> (табл. 3). Картина сезонной динамики в различные годы исследований имела 1–3-вершинный характер, как правило, с максимумом в осенний период (рис. 9). Исключением стал 2002 г., когда наибольшие значения обилия водорослей пришлось на начало весеннего сезона. Состав доминирующих по численности видов богаче, чем в других притоках Керженца. В отдельные годы наблюдались преобладали синезеленые (*Lyngbya* sp. – третья декада сентября 1997 г.; *Oscillatoria granulata* Gardner и *Microcystis pulverea* – начало октября 2001 г.; *Schizothrix* sp. – первая декада января 2002 г., диатомовые [*Stephanodiscus hantzschii* – вторая декада июня 1997; *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia acicularis* (Kutz.) W. Sm. – конец сентября – начало октября 2001 г.;

*Meridion circulare* var. *constrictum* (Ralfs) V. H. – вторая декада апреля, 2002 г.], золотистые [*Uroglena europea* (Pasch.) Conr. – первая декада сентября 2001 г.] и зеленые [*Spirogyra* sp., *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kutz – конец сентября – начало октября 2000 г.]. Комплексы лидирующих по биомассе видов, как правило, сформированы диатомовыми, преимущественно пennisными формами (виды рода *Amphora* – 1997 г., *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia acicularis* – 2001 г., *Meridion circulare* var. *constrictum* – 2002 г.), либо зелеными, среди которых чаще встречались представители зигнемовых (*Spirogyra*

sp. – 2000 г., *Mougeotia* sp. – 2002 г.) или десмидиевых (виды рода *Closterium* – 2001 г.). Характерной особенностью комплексов растительного планктона данного водотока стало заметное обилие в летний сезон эвгленовых водорослей, формировавших до 67% общей биомассы альгоценозов (вторая декада августа 2001 г.). Доминантами в основном выступали виды родов *Euglena* (до 40% общей биомассы) и *Trachelomonas* (21%).

В водотоках Пугай, Большая Черная, а также реках Черная и Рустайчик исследования проводились в период основных гидрологических фаз: осенью (1994 г.), весной (1997 г.) и летом (2000 г.) (табл. 4, рис. 10). Количественное развитие фитопланктона в данных притоках Керженца было незначительным. Доминантами по численности выступали синезеленые (в основном нит-

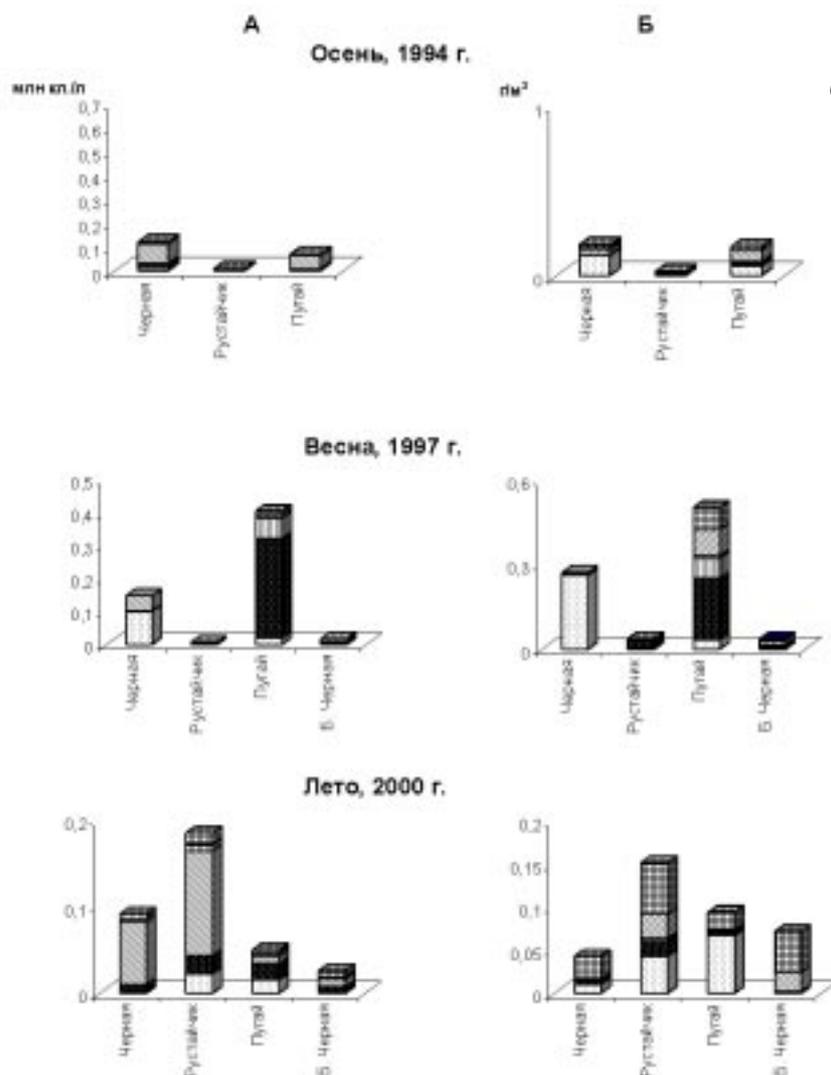


Рис. 10. Численность (А) и биомасса (Б) фитопланктона в водотоках заповедника. Обозначения те же, что на рис. 3

*Ceratium*, *Peridinium*, *Gymnodinium*, а также зеленые и пенистые диатомовые водоросли. Основу фитоценоотической структуры в речных экосистемах, как правило, создавали диатомеи (*Melosira varians*, виды родов *Synedra*, *Meridion*, *Tabellaria*, *Eunotia*, *Achnanthes*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Surirella*), зеленые вольвоксовые и конъюгаты, а также различные жгутиковые формы из золотистых, криптофитовых и эвгленовых. Доля последних в общей биомассе фитопланктона возрастала в реках, имеющих повышенную цветность вод.

чатые формы) и зеленые, реже – диатомовые водоросли. В формировании биомассы по сравнению с р. Керженец, воды которого в меньшей степени обогащены гуминовыми соединениями, возрастало участие фитофлагеллят. Среди них наиболее обильными были эвгленовые водоросли (до 50–60% от общей биомассы) (рис. 10), представленные родами *Trachelomonas*, *Euglena* и *Phacus*.

В целом, характер количественного развития фитопланктона водных объектов заповедника, низкие значения его обилия были типичны для водоемов гумидной зоны. Средневегетационные значения биомассы фитопланктона в водоемах озерного типа колебались от 0.24 до 1.78 г/м<sup>3</sup>, в реках – от 0.02 до 1.89 г/м<sup>3</sup>, соответствуя уровню олиготрофных, либо слабomezотрофных вод. В озерах в качестве доминирующих и субдоминирующих видов выступали динофитовые родов

#### ЛИТЕРАТУРА

- Летопись природы* / ГПЗ «Керженский». Н. Новгород, 2003. (Рукопись, ГПЗ «Керженский»).
- Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов*. М., 1975. 240 с.
- Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. 184 с.
- Оханкин А. Г.* Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока (на примере р. Волги и её притоков): Дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1997. 280 с.
- Трифонова И. С.* Экология и сукцессия озёрного фитопланктона. Л., 1990. 184 с.
- Fott J., Blazo M., Stuchlik E., Strunecky O.* Phytoplankton in three Tatra Mountain lakes of different acidification status // J. Limnol. 1999. V. 58, № 2. P. 107–116.

УДК 581.5:551.515+591.5:551.515(470.341)

## СВЯЗЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЗАПОВЕДНИКА «КЕРЖЕНСКИЙ» С ПОГОДНЫМИ УСЛОВИЯМИ 1993–2006 гг.

Д. Б. Гелашвили, И. О. Иванова

*Нижегородский государственный университет*

Рассмотрена проблема связи показателей видового разнообразия биоты ГПБЗ «Керженский» с климатическими факторами за период 1993–2006 гг. Показано, что колебания численности популяций крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes (Курообразные), а также урожайности ягодников, в основном определяются биотическими механизмами и практически не связаны с абиотическими (погодными) факторами, не имевшими в течение изучаемого периода времени экстремальных значений. Недостаточность и фрагментарность данных об изменении параметров биоты остро ставит вопрос о безотлагательной необходимости проведения систематических наблюдений и исследований по выявлению связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов.

**Ключевые слова:** Керженский заповедник, биоразнообразие, метеоклиматические условия, видовая структура, индексы биоразнообразия, обобщенная функция желательности.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 58–75.

### Введение

В настоящее время биоразнообразии рассматривается как фундаментальное понятие в комплексе современных биоэкологических дисциплин – ботанике, зоологии, микробиологии, систематике, генетике и др. (Чернов, 1991). Термин биоразнообразии интерпретируется достаточно широко. Под ним понимают совокупность конкретных параметров сообществ, флор, фаун. При этом само понятие разнообразия используется в двух смыслах: как набор, богатство форм и как их соотношение. С другой стороны, биоразнообразии это синтетическая категория, соответствующая задачам комплексных исследований в экологии, биогеографии, эволюционной теории. Таким образом, изучение и количественная оценка параметров биоразнообразии имеет не только академический интерес, но и важное практическое значение, поскольку пытаются дать ответ на важнейшую проблему экологии – причины и механизмы устойчивости сообществ. С этими вопросами связана актуальная практическая проблема преимуществ моно- или поликультуры, поли-, олиго- или монодоминантных сообществ при их эксплуатации и конструировании для разных целей.

Не менее важное значение на современном этапе приобретает проблема связи биоты с климатическими факторами в связи процессами глобальных изменений климата, особенно при попытках прогнозировать реакцию биоты на глобальное потепление. Эти попытки наталкиваются на принципиальные и объективные методологические и методические трудности, обусловленные разнока-

чественностью и, подчас, несопоставимостью данных о динамике параметров климата, с одной стороны, и биоты, в частности биоразнообразии – с другой.

Все вышесказанное ставит на повестку дня вопрос не только о необходимости изучения взаимосвязи биоты и климата, но совершенствования и разработки методов оценки этих взаимодействий.

Очевидно, что глобальность постановки задачи предусматривает необходимость ее решения в рамках многоуровневой иерархической схемы: локальной, региональной, континентальной (субконтинентальной) и глобальной. В рамках такого подхода внимание к оценке биоразнообразии Нижегородской области имеет не только частное, но и системное значение. В свою очередь, выбор ГПБЗ «Керженский» в качестве модельного объекта обусловлен достаточной репрезентативностью исходных данных по динамике численности обитающих на территории заповедника животных и наличием систематических наблюдений за погодными условиями в течение 1993–2006 гг., нашедших отражение в «Летописи природы».

С учетом вышесказанного, целью данной работы явилось выявление связи между показателями видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes (Курообразные), а также урожайностью ягодников и характеристиками погодных условий ГПБЗ «Керженский» за период 1993–2006 гг.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: 1) выявить различия между годами наблюдений по плотности популяций крупных млекопитающих и птиц отряда

Galliformes, урожайности ягодников и показателям погодных условий; 2) изучить связь показателей плотности популяций млекопитающих и птиц, урожайности ягодников с изменениями погодных условий; 3) рассчитать показатели видовой структуры для сообщества крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes по годам наблюдений; 4) изучить межгодовые различия показателей видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes и взаимосвязь этих показателей с погодными условиями; 5) рассчитать значение обобщенной функции желательности по показателям видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes, а также урожайностью ягодников для комплексной оценки полученных данных за десятилетний период (1994–2004 гг.).

Полученные в результате выполнения этого этапа работы результаты должны послужить исходными данными для верификации архивных, фондовых и литературных данных по динамике биоразнообразия не только Нижегородской области, но и сопредельных территорий, поскольку очевидно, что «биоразнообразие» как биогеографическая категория не может рассматриваться только в прокурстовом ложе административного деления территорий.

## 1. Современные проблемы биоразнообразия и его связи с изменением глобального климата

### 1.1. Сущность биоразнообразия

С позиций теоретической биологии биоразнообразие – это важнейший параметр эволюционного процесса, действующий по принципу обратной связи, поскольку одновременно является и фактором эволюции, и ее итогом. В свою очередь, фундаментальным фактором видообразования (т.е. повышения разнообразия) является конкуренция, приводящая к диверсификации экологических ниш и адаптивной радиации. Таким образом, разнообразие – это компромисс между генетически детерминированным потенциалом формообразования и лимитирующими ресурсами среды.

В общем смысле биоразнообразие можно определить как меру качественного состава жизни: для сообщества такой мерой разнообразия может служить число видов, т.е. показатель «качества». При этом число особей – показатель количественный. Простую, но эффективную связь между качественными (видовой состав, или богатство,  $S$ ) и количественными (общая численность,  $N$ ) показателями

сообщества предложил Маргалепф (1992):

$$S = N^k,$$

где:  $k$  дробный показатель степени ( $0 < k < 1$ ), являющийся показателем видового разнообразия и характеризующий фрактальную природу биотического сообщества, подробный анализ которого приведен в наших работах (Иудин и др., 2003; Гелашвили и др., 2004).

Формы биологического разнообразия естественным образом выделяются на известных уровнях организации жизни. Поэтому правомочно говорить о генотипическом разнообразии, разнообразии жизненных форм, видов, популяций, сообществ, экосистем, а также композиций таксонов разного ранга – флор и фаун.

Что касается категорий разнообразия, применяемых в настоящее время в экологии и биогеографии, то наибольшее распространения получила система, предложенная Уиттекером (1980), включающая три наиболее употребляемые дефиниции: альфа-, бета- и гамма-разнообразие. Альфа-разнообразие – совокупность показателей сложности сообщества, категория его имманентной структуры, собственно разнообразие в его узком смысле. Эта категория и будет нами применена в настоящей работе. Среди параметров альфа-разнообразия выделяют две группы: видовое богатство (число видов) и соотношение количественных выражений их участия в данном сообществе, в распределении ресурсов (по численности, биомассе и т.д.). При количественных оценках биоразнообразия в настоящее время применяют показатели, интегрирующие как количество видов, так и соотношение их численностей (Уиттекер, 1980; Одум, 1975; Бигон и др., 1989; Магэрран, 1992; и др.) – так называемые индексы доминирования, видового разнообразия, выравненности и др., которые подробно будут рассмотрены в разделе 2.

Под бета-разнообразием, или разнообразием местообитаний, понимают изменение разнообразия вдоль градиента среды между различными сообществами и в пределах сообщества. Простейший показатель бета-разнообразия – отношение числа видов во всех сообществах к числу видов в среднем на  $i$ -сообщество.

Категория гамма-разнообразия в настоящее время определяется нечетко и неоднозначно, в том числе как аналог альфа-разнообразия в большем пространственном масштабе, например, как соотношение видов в конкретной флоре, в пределах целого ландшафта.

### **1.2. Биоразнообразие и климат**

В свете возрастающей актуальности прогнозных оценок глобальных изменений климатических условий, связи биоты с климатическими факторами среды являются одной из важнейших проблем экологии и биогеографии. К сожалению, до настоящего времени остается много неясного как в конкретных механизмах взаимодействия климата и биоты, так и в подходах к их изучению. Особенно отчетливо это прослеживается в попытках прогнозировать реакцию биоты на глобальное потепление климата. Многие авторы отмечают, что аналогии с климатическими изменениями прошлого могут служить эвристическим способом оценки некоторых особенностей воздействия климата на биоту и стимулировать выдвижение научных гипотез, но они не могут стать основой для прогнозирования будущих событий. Подчеркивается, по крайней мере, две причины, сдерживающие прогресс в этой области. Во-первых, потепление климата идет с беспрецедентной по своей скорости и масштабам интенсивностью. Во-вторых, мы стали заложниками абсолютной недостаточности наших знаний о причинно-следственных взаимосвязях климата и биоты. Кроме того, до сих пор идут споры относительно того, можно ли вообще говорить о реакции надвидовых форм организации биоты как единого целого или, следуя индивидуалистическому принципу, необходимо ограничиться изучением реакций отдельных видов. Не ясно, какие параметры биоты и экосистем лучше всего отражают изменчивость климата, и входит ли биоразнообразие в их число?! Наконец, какие параметры климата следует использовать в практике изучения его действия на биоту.

По мнению Ю. И. Чернова и Л. Д. Пенева (1993) необходимо иметь в виду противоречие между «глобальностью» влияния изменения климата на биоту и «локальностью» механизмов, осуществляющих это влияние («Мыслить глобально – действовать локально» – известный лозунг энвайронменталистов). Результат воздействия макроклимата на биоту легче прослеживается в планетарном или континентальном масштабе. Однако глобальные закономерности распределения биоты обусловлены локальными, в частности популяционными процессами. Эти противоречия, по мнению авторов, можно частично разрешить путем изучения пространственной изменчивости биоты в зависимости от климата на основе данных локального характера. Известно, что климатическое районирование всегда основыва-

лось на материалах метеостанций. Существующие заповедники и стационары представляют собой своего рода сеть локальных «биостанций», в которых накоплено огромное количество сведений о различных параметрах местной биоты. Кроме того, использование локальных данных позволяет анализировать пространственную изменчивость биоты не только от климата, но и от местных биотических и биотических факторов.

### **1.3. Изменение климата – угроза биосфере**

В настоящее время большинство экспертов считает, усиление радиационного прогрева атмосферы в результате парникового эффекта привело в XX веке к росту средней глобальной температуры на  $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ , при этом на суше температура повысилась больше, чем над океаном. Ученые пришли к заключению, что с вероятностью 90–99% для Северного полушария 90-е годы XX века были самыми теплыми за тысячелетие. С той же высокой вероятностью установлено, что с 1950 г. по 2000 г. потепление более сильно проявилось в росте минимальных (ночных) температур, чем в росте максимальных дневных значений (Кокорин и др., 2004). Региональное потепление выражено в большей степени. Так, в Арктике потепление составило уже несколько градусов. Для зимних и весенних месяцев в Северной Америке, Западной Европе, Восточной Сибири в среднем за последние 30 лет потепление составляет более  $1^\circ\text{C}$  за десятилетие.

На территории России в целом за XX век потепление составило около  $1^\circ\text{C}$ . При этом за последние 50 лет скорость потепления увеличилась до  $2.7^\circ\text{C}/100$  лет, а после 1970 г. тренд составил уже около  $4^\circ\text{C}/100$  лет. Потепление более заметно зимой и летом и почти не наблюдается осенью. В Западной Сибири и Якутии за последние 30 лет рост зимних температур составил  $2\text{--}3^\circ\text{C}$ , а на европейской территории страны гораздо меньше – до  $1^\circ\text{C}$ . В западных районах осенние температуры даже снизились.

На территории Нижегородской области с 1890 г. до середины прошлого века чередовались периоды потеплений и похолоданий. Начиная с середины 50-х годов XX века и до последних лет, происходит постепенное повышение средней годовой температуры. Тренд в период с 1880-х гг. до 1990 г. составлял  $0.014^\circ\text{C}/\text{год}$ . За последнее аномально теплое десятилетие конца XX века средняя годовая температура воздуха повысилась в южных районах области на  $0.6^\circ\text{C}$ , в северных районах на  $0.4^\circ\text{C}$ . Это произошло в основном за счет теплых

зим и весен, когда средняя температура воздуха повысилась на 0.3°C; осенью она повысилась на 0.1°C, а летом осталась без изменений. В вековом ходе количества осадков наблюдаются различные по значению и длительности амплитуды. Судя по годовым суммам осадков, сухими были периоды в конце XIX века и с 1925 г. по 1975 г. В промежутке между ними и в последние годы четко прослеживаются периоды с количеством осадков больше нормы (Мокеева, 2005). Аналогичные данные получены Д. В. Курочкиным (2001) для ГПБЗ «Керженский»: период 1994–1999 гг. по сравнению со средними многолетними значениями температуры предыдущего тридцатилетия (1963–1993 гг.) был более теплым и многоснежным.

Последствия изменения климата могут быть драматичными для биоты. Так, изменение температуры Земли на 2°C является существенным и приводит к массовому вымиранию видов. Кораллы при повышении температуры воды на 3°C начинают гибнуть в больших количествах, а при потеплении всего на 1°C (что уже наблюдается) идет заметное и часто необратимое обесцвечивание кораллов.

Общее воздействие глобального потепления на природу двояко: ряд наиболее многочисленных видов будет усиленно развиваться, а более редкие и уязвимые виды будут на грани вымирания (в том числе и в результате биотических взаимодей-

ствий). В целом изменение климата, безусловно, ведет к потерям биоразнообразия. Рассмотрение реальных возможностей миграции животных и растений показывает, что требуемая скорость миграции выше, чем возможности тех или иных видов. На их пути могут встретиться естественные и антропогенные барьеры. В результате среднее глобальное потепление на 3°C может привести к большой потере биоразнообразия, например, для млекопитающих таежных и горных экосистем потери составят от 10 до 60% видов.

Таким образом, разбалансировка климатической системы, вызванная хозяйственной деятельностью человечества, через нарушение экологического равновесия бумерангом ударит по самому же человеку – виновнику и жертве цивилизационной экспансии.

## 2. Материалы и методы исследований

Дирекцией ГПБЗ «Керженский» были предоставлены данные о плотности популяций крупных млекопитающих, обитавших на территории заповедника в период 1994–2006 гг. (табл. 1) и птиц отряда Galliformes за 1993–2004 гг. (табл. 2), о урожайности ягодников за 1994–2004 гг. (табл. 3), а также сведения о погодных условиях на территории заповедника за этот период времени (табл. 4).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью ППП STATISTICA 6.0 и рекомендаций, изложенных в руководствах С. Гланца (1991), О. Ю. Ребровой (2002), В. Боровикова (2001) и др.

Таблица 1. Плотность популяций крупных млекопитающих ГПБЗ «Керженский» в 1994–2006 гг. по данным зимних маршрутных учетов, особи / 1000 га

| Вид        | Годы  |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998 | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
| Лось       | 0     | 0.11  | 0.45  | 3.37  | 1.25 | 1.80  | 3.05  | 2.20  | 5.30  | 4.10  | 3.00  | 4.00  | 6.80  |
| Кабан      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0.73  | 0.01  | 0.10  | 1.00  | 0.10  | 1.20  | 0     |
| Заяц       | 27.58 | 37.84 | 9.67  | 18.39 | 5.02 | 37.50 | 24.20 | 48.30 | 151.2 | 156.7 | 120.0 | 85.20 | 12.60 |
| Белка      | 8.25  | 12.87 | 25.61 | 8.91  | 4.47 | 2.70  | 1.40  | 2.40  | 25.30 | 3.60  | 3.00  | 22.10 | 4.60  |
| Волк       | 0.06  | 0.16  | 0.07  | 0.03  | 0.03 | 0.01  | 0.07  | 0.04  | 0.10  | 0.01  | 0.01  | 0.10  | 0     |
| Лисица     | 0.44  | 0.27  | 0.11  | 0.10  | 0.12 | 0.12  | 0.03  | 0.06  | 0.20  | 0.60  | 0.10  | 0.20  | 0.02  |
| Рысь       | 0.21  | 0.18  | 0.07  | 0.07  | 0.02 | 0.10  | 0.15  | 0.14  | 0.20  | 0.24  | 0.20  | 0.20  | 0.10  |
| Куница     | 0.12  | 0.10  | 0.32  | 0.62  | 0.59 | 0.60  | 0.36  | 0.38  | 0.80  | 0.30  | 0.40  | 0.50  | 0.80  |
| Хорь       | 0.04  | 0.09  | 0.01  | 0.07  | 0.06 | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.10  | 0     | 0.02  | 0.02  | 0     |
| Малые куны | 2.23  | 3.58  | 7.36  | 2.71  | 1.83 | 2.09  | 2.00  | 1.40  | 2.50  | 4.90  | 0.80  | 1.30  | 2.30  |

Таблица 2. Плотность популяций птиц отряда Galliformes ГПБЗ «Керженский» в 1993–2004 гг. по результатам осенних учетов, особи / 1000 га

| Вид     | Годы |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
|         | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
| Глухарь | 10.1 | 8.6  | 29.6 | 33.9 | 28.0 | 21.0 | 60.3 | 100.1 | 70.0 | 70.0 | 50.0 | 60.0 |
| Тетерев | 29.6 | 20.0 | 58.3 | 60.2 | 29.0 | 45.0 | 47.6 | 65.1  | 70.0 | 60.0 | 30.0 | 20.0 |
| Рябчик  | 48.6 | 16.3 | 38.2 | 47.7 | 29.0 | 14.3 | 25.8 | 73.7  | 20.0 | 80.0 | 30.0 | 40.0 |

Анализ межгодовых различий проводился с помощью критерия Фридмана – непараметрического аналога дисперсионного анализа повторных измерений.

Поскольку распределение исследуемых признаков отличается от нормального, то был использован метод непараметрического корреляционного анализа: вычислялся коэффициент ранговой корреляции по Спирмену:

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n},$$

где  $n$  – количество объектов,  $d$  – разность рангов для каждого члена выборки.

Для комплексной оценки качества среды обитания за исследуемый период наблюдений использовалось построение обобщенной функции желательности как эффективный способ свертывания информации об экосистеме и приведение её в оценочную категорию. В основе построения обобщенной функции желательности лежит способ преобразования натуральных значений частных признаков в шкалу кодированных откликов с последующим переводом в шкалу безразмерных предпочтительностей или желательностей. Для построения шкалы кодированных откликов (частных функций желательности,  $d_i$ ) был использован алгоритм свертки:

$$d_i = \frac{2(x_i \times x_{\max})}{x_i^2 + x_{\max}^2} \quad (1)$$

$$d_i = \frac{2(x_i \times x_{\min})}{x_i^2 + x_{\min}^2} \quad (2)$$

Если увеличение показателя являлось предпочтительным (желательным), то его частная функция желательности ( $d_i$ ) рассчитывалась по формуле (1), если, напротив, желательным было уменьшение показателя, то использовалась формула (2). В данном случае расчет частных функций проводился для всех экологических индексов, а также для показателей урожайности черники и клюквы.

Расчет обобщенной функции желательности проводили по формуле:

$$D = \sqrt[m]{d_1 \times d_2 \times d_3 \times \dots \times d_m},$$

где  $d_i$  – частная функция желательности  $i$ -го параметра,  $m$  – число параметров, использованных для расчета. Все значения обобщенной функции желательности лежат в диапазоне от 0 до 1, что соответствует грациям «плохо – хорошо».

### 3. Результаты и их обсуждение

#### 3.1. Анализ межгодовых различий комплекса исходных данных

Для наглядной оценки динамики плотности популяций крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes на территории заповедника в течение анализируемого периода на основании данных таблиц 1 и 2 были построены соответствующие графики. Как и следовало ожидать, на столь коротких отрезках времени (~10 лет) колебания плотности популяций крупных млекопитающих и птиц демонстрируют стохастический характер, не позволяющий визуально выделить определенные закономерности, кроме некоторых тенденций для классических взаимодействий на различных трофических уровнях типа «хищник – жертва», например, «волк – заяц» (рис. 1).

Для того чтобы определить, существуют ли статистически значимые различия между годами наблюдений по плотности популяций крупных млекопитающих и птиц, был использован критерий Фридмана, который рассчитывался отдельно для популяций крупных млекопитающих, птиц, а также для их объединенной выборки. Статистический анализ показал, что на протяжении 10 лет (1994–2004 гг.) наблюдаются статистически значимые межгодовые различия плотности популяций крупных млекопитающих, птиц, а также их объединенной выборки (табл. 5). Во всех трех вариантах вычисленное значение критерия Фридмана было больше табличного при уровне значимости

$p < 0.05$ , что позволяло отклонить нулевую гипотезу об отсутствии различий. Аналогичные результаты были получены в отношении урожайности ягодников и характеристик погодных условий.

Полученные результаты позволяют поставить вопрос о причинах наблюдаемых колебаний плотности популяций крупных млекопитающих и птиц, а также урожайности ягодников. Как известно, теоретическая экология рассматривает в качестве лимитирующих факторов, оказывающих влияние на колебания численности популяции, факторы, зависящие и не зависящие от плотности. В качестве первых выступают внутривидовые механизмы регуляции численности, тогда как вторые связаны, в основном, с метеоклиматическими или погодными условиями. С учетом задач, поставленных в настоящей работе, дальнейший анализ был посвящен выяснению связи колебаний плотности представителей биоты с погодными факторами.

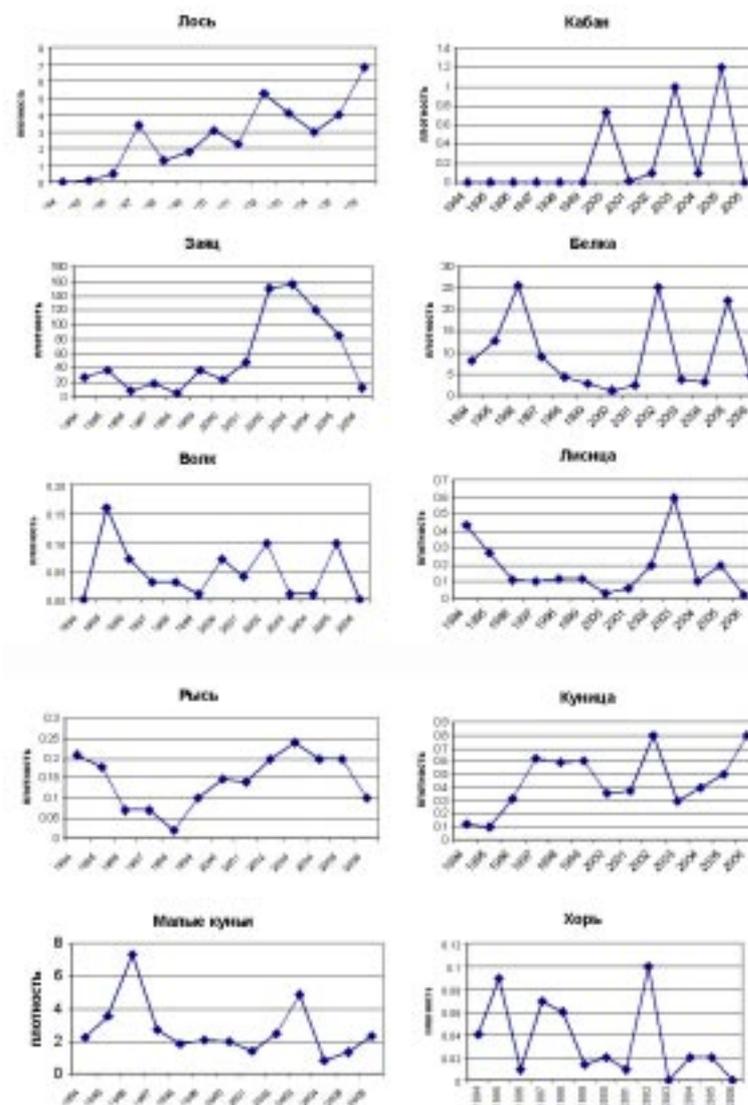


Рис. 1. Динамика плотности популяций крупных млекопитающих на территории ГППЗ «Керженский» в период 1994–2006 гг.

### 3.2 Анализ связи показателей плотности популяций млекопитающих и птиц, урожайности ягодников с изменениями погодных условий

Для определения наличия и характера связи плотности популяций млекопитающих и птиц, а также продуктивности ягодников с изменениями погодных условий был рассчитан критерий ранговой корреляции Спирмена между соответствующими наборами показателей. В данном случае статистическая нулевая гипотеза формулируется как отсутствие связи (корреляции) показателей.

Статистически значимая корреляция ( $p < 0.05$ ) наблюдалась только между плотностью популяции лисицы и величиной снежного покрова, плотностью популяции хоря и количеством дней с морозом и оттепелью, а также между плотностью популяции рябчика и количеством осадков (табл.

6). Консультации со специалистами ГППЗ «Керженский» позволили выдвинуть предположения, объясняющие некоторые из этих фактов. Так, уменьшение плотности популяции хоря в более морозные годы ( $R = -0.72, p = 0.01$ ), возможно, связано с уменьшением его активности в период заморозков, поэтому во время зимних маршрутных учетов следов регистрируется меньше. Что касается рябчика, то уменьшение плотности ( $R = -0.63, p = 0.04$ ), наблюдавшееся при увеличении количества осадков, скорее всего связано с уменьшением эффективности размножения.

Между продуктивностью ягодников и погодными условиями выраженной корреляции выявлено не было.

Для визуализации взаимосвязи плотности популяций крупных млекопитающих и погодных условий были построены графики, показывающие

Таблица 3. Показатели урожайности ягодников ГПБЗ «Керженский» в 1994–2004 гг.

| Показатель                    | Годы   |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | 1994   | 1995  | 1996  | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   |
| Клюква (общ. масса) П1        | 6105.7 | 292.8 | 888.6 | 3040.0 | 8500.0 | 5420.0 | 5800.0 | 2900.4 | 67.2   | 1360.5 | 2130.0 |
| Клюква (общ. масса) П2        | 4931.9 | 53.4  | 31.8  | 480.0  | 4100.0 | 6500.0 | 9250.0 | 5590.0 | 42.1   | 200.0  | 7600.0 |
| Клюква (общ. масса) П3        | 1069.7 | 609.8 | 113.7 | 299.6  | 993.6  | 806.0  | 5380.0 | 161.5  | 175.7  | 341.9  | 1220.0 |
| Клюква (общ. масса) П4        | 2772.4 | 81.8  | 56.5  | 287.2  | 1277.5 | 1305.6 | 4110.0 | 186.2  | 391.8  | 696.6  | 54.3   |
| Клюква (ср. вес 100 ягод) П1  | 61.1   | 55.8  | 59.7  | 56.6   | 62.5   | 60.3   | 67.7   | 59.3   | 48.4   | 55.8   | 57.3   |
| Клюква (ср. вес 100 ягод) П2  | 49.3   | 53.4  | 31.6  | 57.5   | 60.8   | 61.3   | 65.9   | 57.5   | 41.7   | 61.4   | 57.9   |
| Клюква (ср. вес 100 ягод) П3  | 10.7   | 49.5  | 113.7 | 48.9   | 51.2   | 52.3   | 54.9   | 50.2   | 41.6   | 52.0   | 48.1   |
| Клюква (ср. вес 100 ягод) П4  | 27.7   | 61.0  | 56.5  | 57.7   | 60.7   | 62.2   | 57.2   | 52.2   | 61.0   | 58.1   | 50.7   |
| Черника (общ. масса) П1       | 6134.1 | 587.0 | –     | 1010.0 | 1580.0 | 1220.0 | 1871.1 | 1950.0 | 0      | 1195.5 | 2660.0 |
| Черника (общ. масса) П2       | 3505.8 | 853.8 | –     | 1060.0 | 1230.0 | 1236.0 | 548.1  | 1080.3 | 0      | 214.8  | 680.5  |
| Черника (общ. масса) П3       | –      | 865.4 | –     | 820.0  | 540.0  | 930.0  | 1363.8 | 1510.6 | 1250.0 | 386.6  | 980.4  |
| Черника (ср. вес 100 ягод) П1 | 61.3   | 30.5  | –     | 31.1   | 31.9   | 32.2   | 40.9   | 40.7   | 0      | 40.1   | 39.8   |
| Черника (ср. вес 100 ягод) П2 | 35.1   | 28.0  | –     | 26.7   | 33.8   | 33.4   | 33.2   | 37.2   | 0      | 31.2   | 40.2   |
| Черника (ср. вес 100 ягод) П3 | –      | 29.5  | –     | 31.5   | 32.4   | 32.3   | 34.6   | 36.9   | 34.8   | 34.6   | 38.5   |

Примечание: П1, П2, П3, П4 – пробные площади.

Таблица 4. Характеристика погодных условий ГПБЗ «Керженский» по данным метеостанции г. Семенов

| Показатель                          | Годы  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  |
| Температура средняя                 | 6.1   | 6.3   | 4.9   | 6.5   | 7.2   | 4.3   | 4.8   | 7.2   | 7.2   | 6.5   | 7.4   |
| Температура средняя<br>максимальная | 11.2  | 11.1  | 10.2  | 11.6  | 12.5  | 7.5   | 9.4   | 12.3  | 13.1  | 12.6  | 12.1  |
| Температура средняя<br>минимальная  | 1.9   | 2.3   | 0.4   | 1.0   | 2.4   | -1.6  | 0.6   | 2.4   | 2.3   | 4.1   | 3.4   |
| Количество осадков, мм              | 687.0 | 616.0 | 586.0 | 605.0 | 743.0 | 646.0 | 599.0 | 724.0 | 628.0 | 765.0 | 670.0 |
| Снежный покров устойчивый,<br>см    | 177.0 | 158.0 | 132.0 | 117.0 | 167.0 | 155.0 | 140.0 | 136.0 | 149.0 | 144.0 | 144.0 |
| Число дней с морозом                | 123.0 | 82.0  | 115.0 | 78.0  | 109.0 | 99.0  | 81.0  | 110.0 | 71.0  | 144.0 | 92.0  |
| Число дней с оттепелью              | 56.0  | 55.0  | 39.0  | 42.0  | 64.0  | 42.0  | 66.0  | 41.0  | 66.0  | 42.0  | 49.0  |
| Число дней с осадками               | 229.0 | 187.0 | 214.0 | 189.0 | 236.0 | 217.0 | 238.0 | 233.0 | 218.0 | 252.0 | 182.0 |

Таблица 5. Анализ межгодовых различий плотности популяций крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes с помощью критерия Фридмана

| Вид               | показатель | Плотность особей на 1000 га территории заповедника по годам |       |       |       |      |       |       |       |        |        |        |
|-------------------|------------|---|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                   |            | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998 | 1999  | 2000  | 2001  | 2002   | 2003   | 2004   |
| Лось              | значение   | 0   | 0.11  | 0.45  | 3.37  | 1.25 | 1.80  | 3.05  | 2.20  | 5.30   | 4.10   | 3.00   |
|                   | ранг       | 1   | 2     | 3     | 9     | 4    | 5     | 8     | 6     | 11     | 10     | 7      |
| Кабан             | значение   | 0   | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0.73  | 0.01  | 0.10   | 1.00   | 0.10   |
|                   | ранг       | 3.5   | 3.5   | 3.5   | 3.5   | 3.5  | 3.5   | 10.0  | 7.0   | 8.5    | 11.0   | 8.5    |
| Заяц              | значение   | 27.58   | 37.84 | 9.67  | 18.39 | 5.02 | 37.50 | 24.20 | 48.30 | 151.20 | 156.70 | 120.00 |
|                   | ранг       | 5   | 7     | 2     | 3     | 1    | 6     | 4     | 8     | 11     | 10     | 9      |
| Белка             | значение   | 8.25  | 12.87 | 25.61 | 8.91  | 4.47 | 2.70  | 1.40  | 2.40  | 25.30  | 3.60   | 3.00   |
|                   | ранг       | 7   | 9     | 11    | 8     | 6    | 3     | 1     | 2     | 10     | 5      | 4      |
| Волк              | значение   | 0.06  | 0.16  | 0.07  | 0.03  | 0.03 | 0.01  | 0.07  | 0.04  | 0.10   | 0.01   | 0.01   |
|                   | ранг       | 7   | 11    | 9     | 4     | 4    | 2     | 9     | 6     | 10     | 2      | 2      |
| Лисица            | значение   | 0.44  | 0.27  | 0.11  | 0.10  | 0.12 | 0.12  | 0.03  | 0.06  | 0.20   | 0.60   | 0.10   |
|                   | ранг       | 10.0  | 9.0   | 5.0   | 3.5   | 6.5  | 6.5   | 1.0   | 2.0   | 8.0    | 11.0   | 3.5    |
| Рысь              | значение   | 0.21  | 0.18  | 0.07  | 0.07  | 0.02 | 0.10  | 0.15  | 0.14  | 0.20   | 0.24   | 0.20   |
|                   | ранг       | 10.0  | 7.0   | 2.5   | 2.5   | 1.0  | 4.0   | 6.0   | 5.0   | 8.5    | 11.0   | 8.5    |
| Куница            | значение   | 0.12  | 0.10  | 0.32  | 0.62  | 0.59 | 0.60  | 0.36  | 0.38  | 0.8    | 0.3    | 0.4    |
|                   | ранг       | 2   | 1     | 4     | 10    | 8    | 9     | 5     | 7     | 11     | 3      | 7      |
| Малые куньи       | значение   | 2.23  | 3.58  | 7.36  | 2.71  | 1.83 | 2.09  | 2.0   | 1.40  | 2.50   | 4.90   | 0.80   |
|                   | ранг       | 6   | 9     | 11    | 8     | 3    | 5     | 4     | 2     | 7      | 10     | 1      |
| Хорь              | значение   | 0.04  | 0.09  | 0.01  | 0.07  | 0.06 | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.10   | 0      | 0.02   |
|                   | ранг       | 7.0   | 10.0  | 2.5   | 9.0   | 8.0  | 4.0   | 5.5   | 2.5   | 11.0   | 1.0    | 5.5    |
| Глухарь           | значение   | 8.6   | 29.6  | 33.9  | 28.0  | 21.0 | 60.3  | 100.1 | 70.0  | 70.0   | 50.0   | 60.0   |
|                   | ранг       | 1.0   | 4.0   | 5.0   | 3.0   | 2.0  | 8.0   | 11.0  | 9.5   | 9.5    | 6.0    | 7.0    |
| Тетерев           | значение   | 20.0  | 58.3  | 60.2  | 29.0  | 45.0 | 47.6  | 65.1  | 70.0  | 60.0   | 30.0   | 20.0   |
|                   | ранг       | 1.5   | 7.0   | 9.0   | 3.0   | 5.0  | 6.0   | 10.0  | 11.0  | 8.0    | 4.0    | 1.5    |
| Рябчик            | значение   | 16.3  | 38.2  | 47.7  | 29.0  | 14.3 | 25.8  | 73.7  | 20.0  | 80.0   | 30.0   | 40.0   |
|                   | ранг       | 2   | 7     | 9     | 5     | 1    | 4     | 10    | 3     | 11     | 6      | 8      |
| Сумма рангов      |            | 63.0  | 87.0  | 76.0  | 71.0  | 53.0 | 66.0  | 84.0  | 71.0  | 125.0  | 90.0   | 73.0   |
| Средний ранг      |            | 4.85  | 6.65  | 5.85  | 5.46  | 4.04 | 5.08  | 6.46  | 5.46  | 9.58   | 6.92   | 5.58   |
| Критерий Фридмана |            | 23.025, p=0.011   |       |       |       |      |       |       |       |        |        |        |

Таблица 6. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (R) между плотностью популяций крупных млекопитающих, птиц отряда Galliformes и характеристиками погодных условий

| Виды        | Статистический показатель | Температура средняя максимальная | Температура средняя минимальная | Количество осадков, мм | Снежный покров устойчивый, см | Число дней с морозами | Число дней с оттепелью | Число дней с осадками |
|-------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Лось        | <i>R</i>                  | 0.50                             | 0.27                            | 0.04                   | -0.47                         | -0.43                 | 0.13                   | 0.24                  |
|             | <i>p</i> *                | 0.12                             | 0.42                            | 0.92                   | 0.15                          | 0.19                  | 0.70                   | 0.48                  |
| Кабан       | <i>R</i>                  | 0.41                             | 0.49                            | 0.22                   | -0.25                         | -0.05                 | 0.23                   | 0.45                  |
|             | <i>p</i>                  | 0.21                             | 0.12                            | 0.52                   | 0.46                          | 0.88                  | 0.50                   | 0.16                  |
| Заяц        | <i>R</i>                  | 0.46                             | 0.56                            | 0.39                   | 0.06                          | 0.01                  | 0.01                   | 0.03                  |
|             | <i>p</i>                  | 0.15                             | 0.08                            | 0.23                   | 0.85                          | 0.98                  | 0.98                   | 0.94                  |
| Белка       | <i>R</i>                  | 0.17                             | -0.13                           | -0.35                  | 0.05                          | -0.10                 | -0.04                  | -0.43                 |
|             | <i>p</i>                  | 0.61                             | 0.68                            | 0.30                   | 0.88                          | 0.77                  | 0.90                   | 0.19                  |
| Волк        | <i>R</i>                  | -0.12                            | -0.28                           | -0.55                  | 0.06                          | -0.35                 | 0.36                   | -0.09                 |
|             | <i>p</i>                  | 0.73                             | 0.40                            | 0.08                   | 0.86                          | 0.30                  | 0.28                   | 0.79                  |
| Лисица      | <i>R</i>                  | 0.29                             | 0.24                            | 0.41                   | 0.65                          | 0.38                  | 0.13                   | 0.11                  |
|             | <i>p</i>                  | 0.39                             | 0.48                            | 0.21                   | 0.03                          | 0.24                  | 0.70                   | 0.75                  |
| Рысь        | <i>R</i>                  | 0.30                             | 0.44                            | 0.33                   | 0.30                          | 0.19                  | 0.26                   | 0.14                  |
|             | <i>p</i>                  | 0.38                             | 0.17                            | 0.32                   | 0.37                          | 0.58                  | 0.45                   | 0.69                  |
| Куница      | <i>R</i>                  | 0.26                             | -0.13                           | -0.06                  | -0.23                         | -0.58                 | 0.12                   | -0.12                 |
|             | <i>p</i>                  | 0.43                             | 0.71                            | 0.85                   | 0.50                          | 0.06                  | 0.73                   | 0.73                  |
| Малые куньи | <i>R</i>                  | -0.08                            | -0.26                           | -0.35                  | -0.16                         | 0.14                  | -0.27                  | -0.06                 |
|             | <i>p</i>                  | 0.81                             | 0.44                            | 0.28                   | 0.64                          | 0.67                  | 0.42                   | 0.85                  |
| Хорь        | <i>R</i>                  | 0.16                             | -0.07                           | -0.26                  | 0.36                          | -0.72                 | 0.66                   | -0.36                 |
|             | <i>p</i>                  | 0.65                             | 0.84                            | 0.44                   | 0.28                          | 0.01                  | 0.03                   | 0.26                  |
| Глухарь     | <i>R</i>                  | -0.04                            | -0.06                           | -0.18                  | -0.38                         | -0.34                 | 0.07                   | 0.20                  |
|             | <i>p</i>                  | 0.90                             | 0.86                            | 0.59                   | 0.25                          | 0.30                  | 0.85                   | 0.55                  |
| Тетерев     | <i>R</i>                  | -0.16                            | -0.27                           | -0.35                  | -0.35                         | -0.16                 | -0.08                  | 0.27                  |
|             | <i>p</i>                  | 0.63                             | 0.41                            | 0.29                   | 0.29                          | 0.64                  | 0.81                   | 0.41                  |
| Рябчик      | <i>R</i>                  | -0.06                            | -0.16                           | -0.63                  | -0.39                         | -0.50                 | 0.20                   | -0.22                 |
|             | <i>p</i>                  | 0.85                             | 0.65                            | 0.04                   | 0.23                          | 0.12                  | 0.56                   | 0.52                  |

\* *p* – уровень зачимости

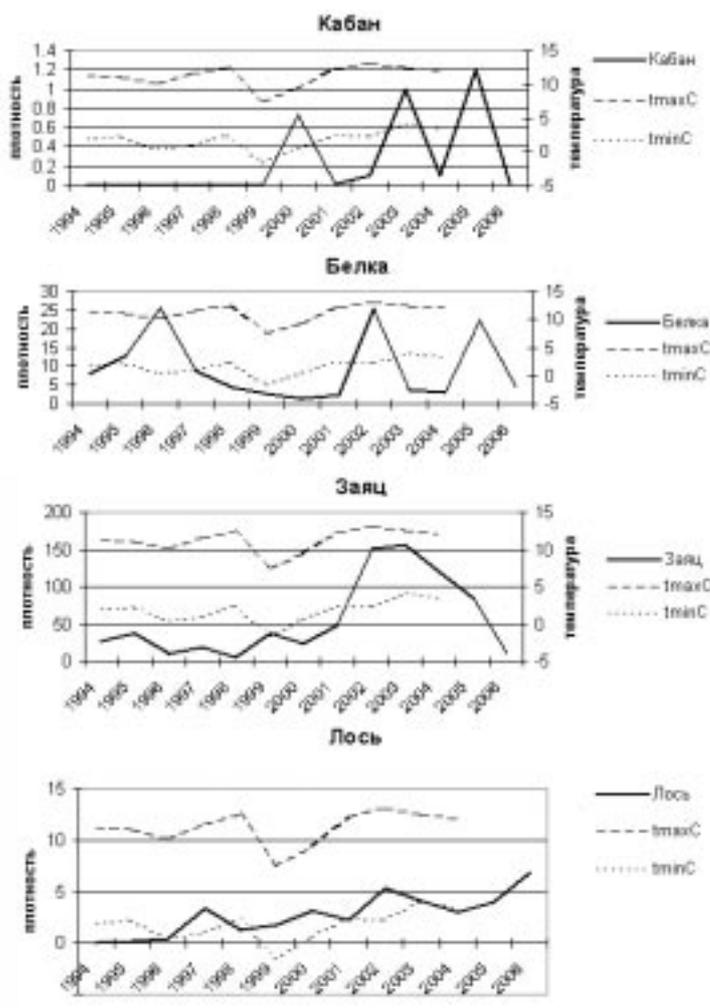


Рис. 2. Динамика показателей плотности растительноядных млекопитающих ГПБЗ «Керженский» в интервале средней максимальной и средней минимальной температур за период 1994–2006 гг.

поведение плотности в диапазоне («коридоре») средней максимальной и минимальной температур в течение 1994–2004 гг. (рис. 2, 3).

Аналогичные графики были построены и для показателей продуктивности клюквы (рис. 4).

Таким образом, популяционный уровень анализа не выявил статистически значимых связей между флуктуациями плотности популяций крупных млекопитающих, птиц и урожайностью ягодников, с одной стороны, и межгодовыми изменениями погодных условий на территории заповедника – с другой. Этот факт дает основание заключить, что основную роль в регуляции численности популяций животных и растений (в объеме проведенного анализа) играют биотические факторы, зависящие от плотности. В то же время, отсутствие установленных в данном исследовании статистических связей отнюдь не говорит о том, что они не могут быть выявлены

при увеличении объема выборки, т. е. при увеличении периода наблюдений. Этот вывод является принципиальным, поскольку однозначно предполагает необходимость продолжения подобных исследований. В контексте настоящей работы отсутствие связи между биотическими (плотность) и абиотическими (погодные условия) показателями на популяционном уровне потребовало проведения анализа на уровне сообществ.

### 3.3 Анализ видовой структуры изучаемых сообществ

Для характеристики видовой структуры анализируемого сообщества был рассчитан ряд экологических индексов.

1. Индексы видового разнообразия: Шеннона:

$$H = -\sum_{i=1}^z p_i \log_2 p_i$$

Симпсона:

$$\tilde{N} = \frac{1}{\sum_{i=1}^z p_i^2}$$

Животовского (среднее число видов):

$$\mu = \left( \sum_{i=1}^z \sqrt{p_i} \right)^2$$

2. Индекс видового богатства Маргалефа:

$$d = \frac{S-1}{\log N}$$

3. Показатель доли редких видов Животовского:

$$h = 1 - \frac{\mu}{S}$$

4. Индексы выравнинности: Шеннона – Пиелу:

$$E = \frac{H}{\log S} = \frac{H}{H_{\max}}, \text{ Симпсона: } C = \frac{1}{S \sum_{i=1}^z p_i^2}$$

5. Индекс доминирования Симпсона:

$$c = \sum_{i=1}^z p_i^2$$

$S$  – число видов,  $p_i$  – доля  $i$ -го вида,  $N$  – общая численность.

Этот набор индексов был рассчитан отдельно для сообщества крупных млекопитающих, сообщества куриных и для их объединенного сообщества (табл. 7). Полученные биоценологические по-

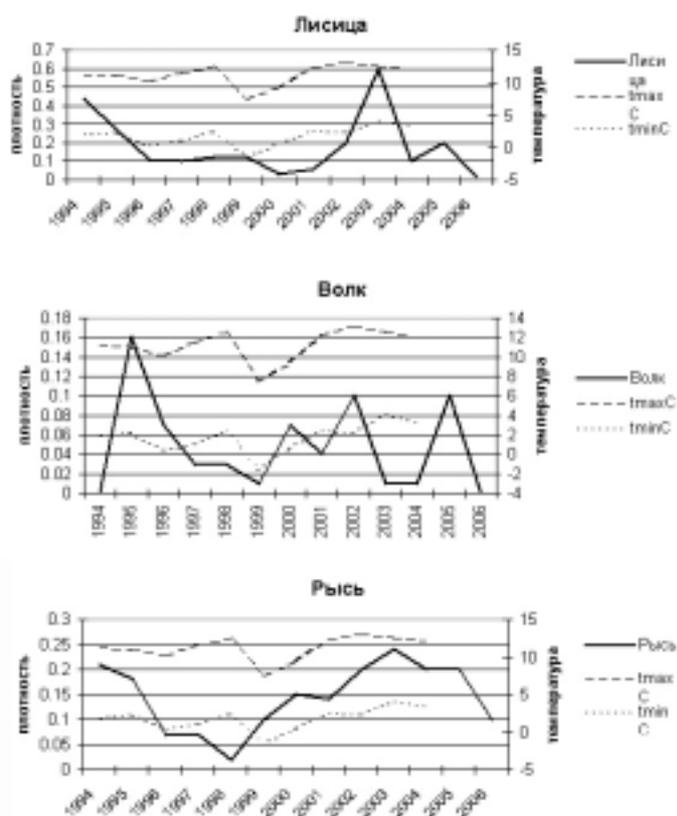


Рис. 3 Динамика показателей плотности хищных млекопитающих ГПБЗ «Керженский» в интервале средней максимальной и средней минимальной температур за период 1994–2006 гг.

казатели были использованы для анализа межгодовых различий в каждом сообществе отдельно, а также для объединенного сообщества (табл. 7) с помощью критерия Фридмана. Кроме того, для выявления взаимосвязи показателей видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и куриных птиц с параметрами погодных условий использовался метод ранговой корреляции Спирмена, который рассчитывался для двух групп показателей отдельно: для сообщества крупных млекопитающих и для объединенного сообщества млекопитающих и птиц отряда Galliformes.

Полученные показатели видовой разнообразия позволили проследить их динамику за анализируемый период 1994–2004 гг. в «коридоре» средних минимальной и максимальной температур (рис. 5, 6). В качестве наиболее информативных показателей были выбраны индекс видовой разнообразия Шеннона ( $H$ ), индекс доминирования Симпсона ( $C$ ) и показатель редких видов Животовского ( $h$ ). Хорошо видно, что более полночленное сообщество, включающее не только крупных млекопитающих, но и птиц, более стабильно во времени, подвержено меньшим флуктуациям и, следовательно, менее зависимо от абиотических факторов. В пользу этого вывода свидетельствуют и

более высокие значения индексов выравниваемости Пиелу и Симпсона, а также меньшие величины дисперсии индексов Шеннона и Пиелу в анализируемых сообществах. Так, дисперсия индекса Шеннона для сообщества крупных млекопитающих составила 0.293, тогда как для объединенного сообщества крупных млекопитающих и птиц – 0.034. Аналогичные значения дисперсии индекса Пиелу составили 0.028 и 0.003, соответственно. Вывод о большей стабильности более сложного и высокоорганизованного сообщества находится в полном соответствии с каноническими положениями теоретической экологии. Годовой ход индексов видовой разнообразия, представленный на рисунках 5 и 6, указывает на асинхронность их колебаний по сравнению с трендами средней минимальной и максимальной температур. Это заключение подтверждается результатами корреляционного анализа. Статистически значимая отрицательная корреляция ( $p = 0.03$ ) наблюдалась только между индексом доминирования Симпсона и средней минимальной температурой в

объединенном сообществе млекопитающих и птиц. Значение уровня значимости во всех остальных рассматриваемых случаях было больше 0.05, следовательно, говорить о наличии взаимосвязи показателей видовой структуры с погодными условиями нельзя. Следует подчеркнуть, что этот вывод, как указывалось выше, справедлив лишь для анализируемого 10-летнего периода и может быть пересмотрен в результате анализа более длинных временных рядов.

### 3.4. Обобщенная функция желательности

Для комплексной оценки состояния биотического сообщества ГПБЗ «Керженский» в период наблюдений 1994–2004 гг. были получены обобщенные функции желательности ( $D$ ), которые рассчитывались по показателям видовой структуры сообщества млекопитающих, птиц и по показателям урожайности ягодников (табл. 9, рис. 7, 8).

Построение обобщенных функций желательности является удобным инструментом не только визуализации интегральных оценок объекта и динамики их изменений, но и дает возможность выявить и верифицировать их причины. Так, обращение к рисункам 7 и 8 показывает, что значение обобщенной функции желательности претерпевает

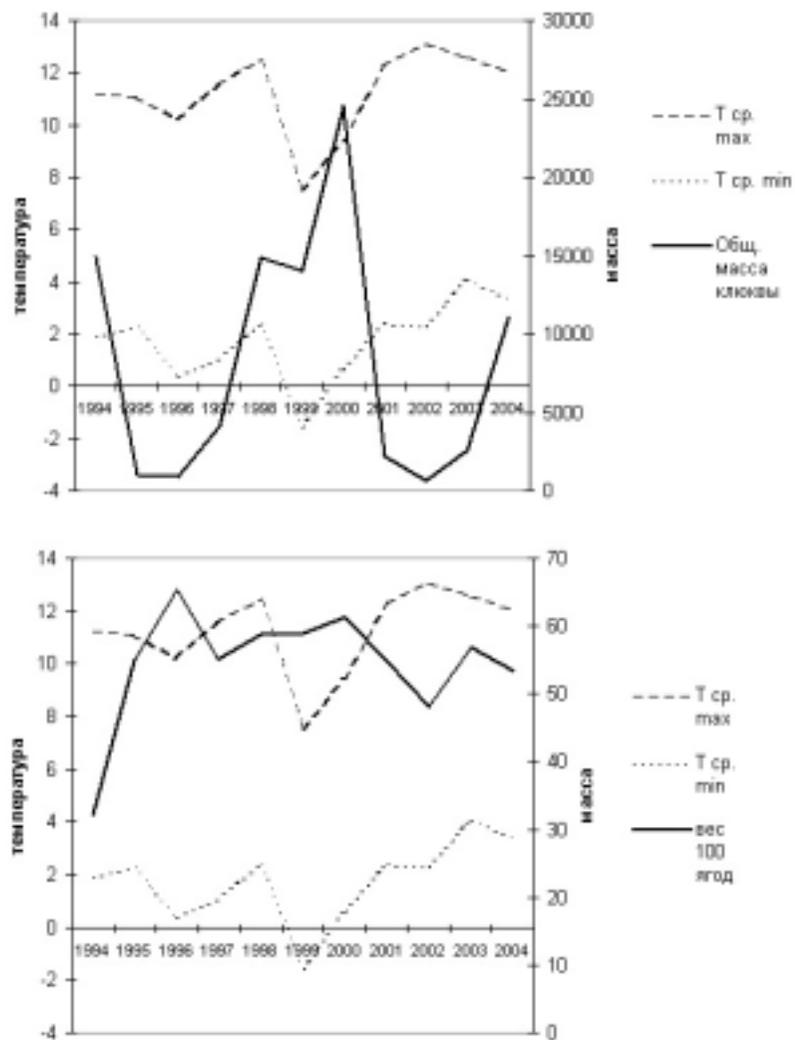


Рис. 4. Динамика показателей урожайности клюквы в интервале средней максимальной и средней минимальной температур за период 1994–2004 гг. на территории ГПБЗ «Керженский»

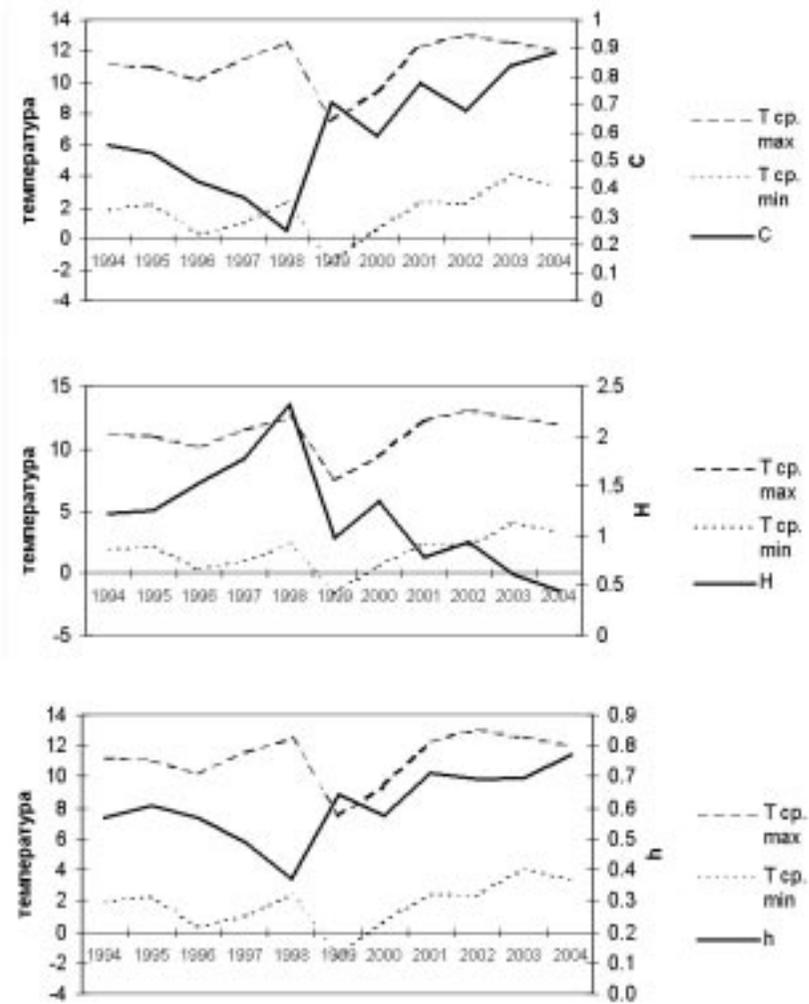


Рис. 5. Динамика показателей видовой структуры сообщества крупных млекопитающих ГПБЗ «Керженский» в интервале средней максимальной и средней минимальной температур за период 1994–2004 гг.

*H* – индекс видовой разнообразия Шеннона, *h* – показатель редких видов Животовского, *C* – индекс доминирования Симпсона

Таблица 7. Анализ межгодовых различий показателей видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes с помощью критерия Фридмана

| Показатель                                | Вид показателя | Годы           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|----------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |                | 1994           | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  |
| Индекс видового разнообразия Шеннона      | значение       | 2.373          | 2.332 | 2.333 | 2.503 | 2.107 | 2.189 | 2.059 | 2.074 | 2.273 | 1.940 | 1.935 |
|   | ранг           | 10.0           | 8.0   | 9.0   | 11.0  | 5.0   | 6.0   | 3.0   | 4.0   | 7.0   | 2.0   | 1.0   |
| Индекс видового разнообразия Симпсона     | значение       | 4.464          | 4.484 | 4.386 | 4.975 | 3.226 | 4.000 | 3.623 | 3.676 | 4.082 | 2.740 | 3.067 |
|   | ранг           | 9.0            | 10.0  | 8.0   | 11.0  | 3.0   | 6.0   | 4.0   | 5.0   | 7.0   | 1.0   | 2.0   |
| Индекс Животовского (среднее число видов) | значение       | 6.295          | 6.072 | 6.076 | 6.812 | 5.931 | 5.716 | 5.427 | 5.380 | 6.067 | 5.569 | 5.178 |
|   | ранг           | 10.0           | 8.0   | 9.0   | 11.0  | 6.0   | 5.0   | 4.0   | 2.0   | 7.0   | 3.0   | 1.0   |
| Индекс видового богатства Маргалефа       | значение       | 1.565          | 1.466 | 1.460 | 1.592 | 1.679 | 1.470 | 1.485 | 1.549 | 1.391 | 1.352 | 1.509 |
|   | ранг           | 9.0            | 4.0   | 3.0   | 10.0  | 11.0  | 5.0   | 6.0   | 8.0   | 2.0   | 1.0   | 7.0   |
| Показатель доли редких видов Животовского | значение       | 0.427          | 0.494 | 0.494 | 0.432 | 0.506 | 0.524 | 0.583 | 0.586 | 0.533 | 0.536 | 0.602 |
|   | ранг           | 1.0            | 4.0   | 4.0   | 2.0   | 5.0   | 6.0   | 9.0   | 10.0  | 7.0   | 8.0   | 11.0  |
| Индекс выравненности Пиелу                | значение       | 0.686          | 0.650 | 0.651 | 0.698 | 0.588 | 0.611 | 0.556 | 0.561 | 0.614 | 0.541 | 0.523 |
|   | ранг           | 10.0           | 8.0   | 9.0   | 11.0  | 5.0   | 6.0   | 3.0   | 4.0   | 7.0   | 2.0   | 1.0   |
| Индекс выравненности Симпсона             | значение       | 0.406          | 0.373 | 0.365 | 0.415 | 0.269 | 0.333 | 0.278 | 0.283 | 0.314 | 0.228 | 0.236 |
|   | ранг           | 10.0           | 9.0   | 8.0   | 11.0  | 3.0   | 7.0   | 4.0   | 5.0   | 6.0   | 1.0   | 2.0   |
| Индекс доминирования Симпсона             | значение       | 0.224          | 0.223 | 0.228 | 0.201 | 0.310 | 0.250 | 0.276 | 0.272 | 0.245 | 0.365 | 0.326 |
|   | ранг           | 3.0            | 2.0   | 4.0   | 1.0   | 9.0   | 6.0   | 8.0   | 7.0   | 5.0   | 11.0  | 10.0  |
| Число видов                               | значение       | 11.0           | 12.0  | 12.0  | 12.0  | 12.0  | 12.0  | 13.0  | 13.0  | 13.0  | 12.0  | 13.0  |
|   | ранг           | 1.0            | 4.5   | 4.5   | 4.5   | 4.5   | 4.5   | 9.5   | 9.5   | 9.5   | 4.5   | 9.5   |
| Сумма рангов                              |                | 63.0           | 57.0  | 58.0  | 73.0  | 52.0  | 52.0  | 51.0  | 55.0  | 58.0  | 34.0  | 45.0  |
| Средний ранг                              |                | 7.00           | 6.33  | 6.44  | 8.06  | 5.72  | 5.72  | 5.61  | 6.06  | 6.39  | 3.72  | 4.94  |
| Критерий Фридмана                         |                | 9.969, p=0.443 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

Таблица 8. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (R) между показателями видовой структуры сообщества крупных млекопитающих и птиц отряда Galliformes и характеристиками погодных условий

| Показатели                                | Статистический показатель | Температура средняя максимальная | Температура средняя минимальная | Количество осадков, мм | Снежный покров устойчивый см | Число дней с морозами | Число дней с оттепелью | Число дней с осадками |
|---|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Индекс видового разнообразия Шеннона      | <i>R</i>                  | -0.25                            | -0.57                           | -0.45                  | 0.02                         | -0.14                 | -0.10                  | -0.35                 |
|   | <i>p</i> *                | 0.45                             | 0.06                            | 0.16                   | 0.95                         | 0.69                  | 0.77                   | 0.28                  |
| Индекс видового разнообразия Симпсона     | <i>R</i>                  | -0.35                            | -0.58                           | -0.58                  | -0.05                        | -0.32                 | -0.09                  | -0.51                 |
|   | <i>p</i>                  | 0.28                             | 0.06                            | 0.06                   | 0.88                         | 0.34                  | 0.80                   | 0.11                  |
| Индекс Животовского (среднее число видов) | <i>R</i>                  | -0.15                            | -0.46                           | -0.38                  | 0.09                         | -0.07                 | -0.02                  | -0.26                 |
|   | <i>p</i>                  | 0.67                             | 0.15                            | 0.25                   | 0.80                         | 0.83                  | 0.95                   | 0.43                  |
| Индекс видового богатства Маргалефа       | <i>R</i>                  | -0.05                            | -0.00                           | 0.17                   | 0.10                         | -0.05                 | 0.11                   | -0.05                 |
|   | <i>p</i>                  | 0.89                             | 0.99                            | 0.61                   | 0.77                         | 0.87                  | 0.75                   | 0.89                  |
| Показатель редких видов Животовского      | <i>R</i>                  | 0.26                             | 0.46                            | 0.27                   | -0.25                        | -0.08                 | 0.03                   | 0.22                  |
|   | <i>p</i>                  | 0.44                             | 0.15                            | 0.42                   | 0.46                         | 0.82                  | 0.94                   | 0.52                  |
| Число видов                               | <i>R</i>                  | 0.24                             | 0.24                            | -0.12                  | -0.41                        | -0.50                 | 0.19                   | 0.02                  |
|   | <i>p</i>                  | 0.48                             | 0.48                            | 0.72                   | 0.21                         | 0.12                  | 0.58                   | 0.96                  |
| Индекс выравненности Пиелу                | <i>R</i>                  | -0.25                            | -0.58                           | -0.45                  | 0.02                         | -0.14                 | -0.10                  | -0.35                 |
|   | <i>p</i>                  | 0.45                             | 0.06                            | 0.16                   | 0.95                         | 0.69                  | 0.77                   | 0.28                  |
| Индекс выравненности Симпсона             | <i>R</i>                  | -0.44                            | <b>-0.64</b>                    | -0.54                  | -0.02                        | -0.22                 | -0.14                  | -0.47                 |
|   | <i>p</i>                  | 0.18                             | <b>0.03</b>                     | 0.09                   | 0.95                         | 0.52                  | 0.69                   | 0.14                  |
| Индекс доминирования Симпсона             | <i>R</i>                  | 0.35                             | 0.58                            | 0.58                   | 0.05                         | 0.32                  | 0.09                   | 0.51                  |
|   | <i>p</i>                  | 0.28                             | 0.06                            | 0.06                   | 0.88                         | 0.34                  | 0.80                   | 0.11                  |

\* *p* – уровень значимости

| Показатель                                | Вид показателя  | Годы    |        |       |        |         |         |         |        |        |        |         |
|---|-----------------|---------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|
|   |                 | 1994    | 1995   | 1996  | 1997   | 1998    | 1999    | 2000    | 2001   | 2002   | 2003   | 2004    |
| Индекс видового разнообразия Шеннона      | Натур. значения | 2.373   | 2.332  | 2.333 | 2.503  | 2.107   | 2.189   | 2.059   | 2.074  | 2.273  | 1.940  | 1.935   |
|   | $d_i^*$         | 0.999   | 0.998  | 0.998 | 1.000  | 0.985   | 0.991   | 0.981   | 0.983  | 0.995  | 0.968  | 0.968   |
| Индекс выравнивания Пилеу                 | Натур. значения | 0.686   | 0.650  | 0.651 | 0.698  | 0.588   | 0.611   | 0.556   | 0.561  | 0.614  | 0.541  | 0.523   |
|   | $d_i$           | 1.000   | 0.997  | 0.998 | 1.000  | 0.985   | 0.991   | 0.975   | 0.977  | 0.992  | 0.968  | 0.960   |
| Индекс доминирования Симпсона             | Натур. значения | 0.224   | 0.223  | 0.228 | 0.201  | 0.310   | 0.250   | 0.276   | 0.272  | 0.245  | 0.365  | 0.326   |
|   | $d_i$           | 0.994   | 0.995  | 0.992 | 1.000  | 0.913   | 0.977   | 0.952   | 0.956  | 0.981  | 0.845  | 0.893   |
| Индекс Животовского                       | Натур. значения | 6.295   | 6.072  | 6.076 | 6.812  | 5.931   | 5.716   | 5.427   | 5.380  | 6.067  | 5.569  | 5.178   |
|   | $d_i$           | 0.997   | 0.993  | 0.993 | 1.000  | 0.990   | 0.985   | 0.975   | 0.973  | 0.993  | 0.980  | 0.964   |
| Показатель доли редких видов Животовского | Натур. значения | 0.427   | 0.494  | 0.494 | 0.432  | 0.506   | 0.524   | 0.583   | 0.586  | 0.533  | 0.536  | 0.602   |
|   | $d_i$           | 0.952   | 0.986  | 0.986 | 0.955  | 0.989   | 0.994   | 1.000   | 1.000  | 0.996  | 0.996  | 1.000   |
| Индекс выравнивания Симпсона              | Натур. значения | 0.406   | 0.373  | 0.365 | 0.415  | 0.269   | 0.333   | 0.278   | 0.283  | 0.314  | 0.228  | 0.236   |
|   | $d_i$           | 1.000   | 0.994  | 0.992 | 1.000  | 0.913   | 0.976   | 0.925   | 0.931  | 0.962  | 0.844  | 0.859   |
| Индекс видового разнообразия Симпсона     | Натур. значения | 4.464   | 4.484  | 4.386 | 4.975  | 3.226   | 4.000   | 3.623   | 3.676  | 4.082  | 2.740  | 3.067   |
|   | $d_i$           | 0.994   | 0.995  | 0.992 | 1.000  | 0.913   | 0.977   | 0.952   | 0.956  | 0.981  | 0.845  | 0.893   |
| Число видов                               | Натур. значения | 11      | 12     | 12    | 12     | 12      | 12      | 13      | 13     | 13     | 12     | 13      |
|   | $d_i$           | 0.986   | 0.997  | 0.997 | 0.997  | 0.997   | 0.997   | 1.000   | 1.000  | 1.000  | 0.997  | 1.000   |
| Индекс видового богатства Маргалёфа       | Натур. значения | 1.565   | 1.466  | 1.460 | 1.592  | 1.679   | 1.470   | 1.485   | 1.549  | 1.391  | 1.352  | 1.509   |
|   | $d_i$           | 0.998   | 0.991  | 0.990 | 0.999  | 1.000   | 0.991   | 0.993   | 0.997  | 0.983  | 0.977  | 0.994   |
| Клюква (общ. масса)                       | Натур. значения | 14879.9 | 1037.8 | 963.2 | 4106.8 | 14871.1 | 14031.6 | 24540.0 | 2209.5 | 676.8  | 2599.0 | 11004.3 |
|   | $d_i$           | 1.000   | 0.139  | 0.129 | 0.513  | 1.000   | 0.998   | 0.887   | 0.291  | 0.091  | 0.339  | 0.956   |
| Клюква (ср. вес 100 ягод)                 | Натур. значения | 32.20   | 54.92  | 65.37 | 55.15  | 58.80   | 59.00   | 61.40   | 54.80  | 48.20  | 56.80  | 53.50   |
|   | $d_i$           | 0.793   | 0.985  | 1.000 | 0.986  | 0.994   | 0.995   | 0.998   | 0.985  | 0.955  | 0.990  | 0.980   |
| Черника (общ. масса)                      | Натур. значения | 9639.9  | 2306.2 | —     | 2890.0 | 3350.0  | 3386.5  | 3783.0  | 1513.6 | 1250.0 | 1796.9 | 4320.9  |
|   | $d_i$           | 0.746   | 0.831  | —     | 0.924  | 0.968   | 0.971   | 0.991   | 0.624  | 0.534  | 0.709  | 1.000   |
| Черника (ср. вес 100 ягод)                | Натур. значения | 48.2    | 29.3   | —     | 29.78  | 32.70   | 32.60   | 36.20   | 38.30  | 34.80  | 35.30  | 39.50   |
|   | $d_i$           | 0.981   | 0.957  | —     | 0.961  | 0.982   | 0.982   | 0.996   | 1.000  | 0.992  | 0.994  | 1.000   |
| Обобщенная функция желательности, D       |                 | 0.949   | 0.828  | 0.810 | 0.932  | 0.970   | 0.986   | 0.970   | 0.851  | 0.766  | 0.844  | 0.957   |

Таблица 9. Частные и обобщенные функции желательности показателей видового разнообразия анализируемого сообщества ГПБЗ «Керженский», 1994–2004 гг.

\*  $d_i$  – частная функция желательности

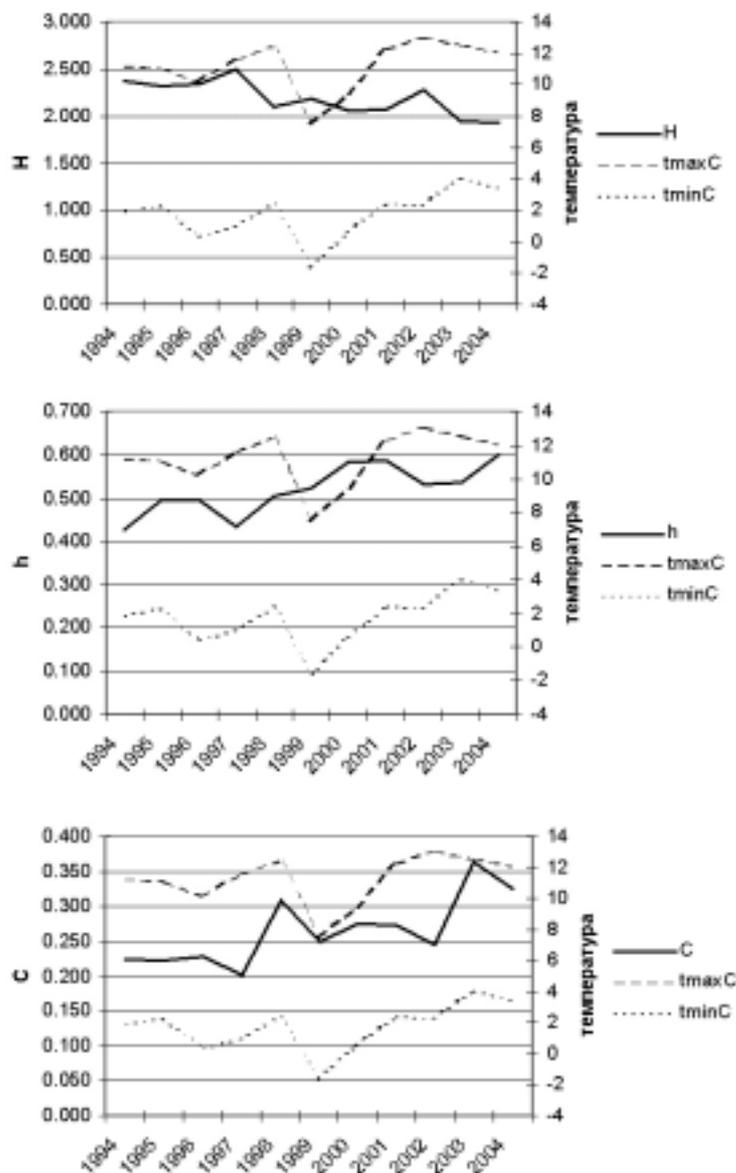


Рис. 6. Динамика показателей видовой структуры сообщества млекопитающих и куриных птиц ГПБЗ «Керженский» в интервале средней максимальной и средней минимальной температур за период 1994–2004 гг. *H* – индекс видовой разнообразия Шеннона, *h* – показатель редких видов Животовского, *C* – индекс доминирования Симпсона

закономерное чередование минимумов и максимумов. Например, в 2002 г. наблюдалось минимальное значение  $D=0.766$ . Анализ данных, приведенных в таблице 9, свидетельствует, что этот факт обусловлен, в основном, низкими значениями общей массы клоквы и черники. Аналогичный анализ легко провести и по другим годам.

### Заключение

Проведенный анализ биоразнообразия ГПБЗ «Керженский» и его связи с погодными условиями за период 1994–2004 гг. позволил сделать ряд теоретических обобщений и сформулировать некоторые рекомендации. Динамика структурных показателей биоты заповедника была оценена на популяционном и биоценоотическом уровнях. Результаты, полученные в обоих случаях, позволяют заключить, что колебания численности анализируемых популяций животных и растений, обитающих в заповеднике, в основном, определяются биотическими механизмами и практически не связаны с абиотическими (погодными) факторами, не имевшими в течение изучаемого периода времени экстремальных значений. Дополнительным аргументом в пользу

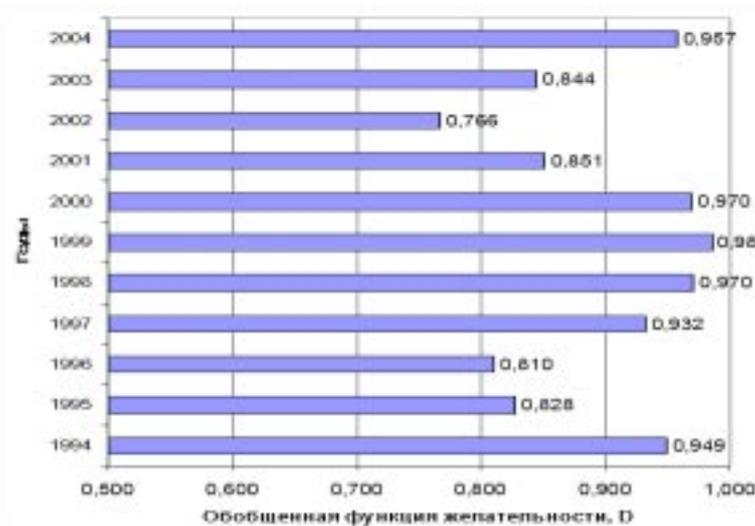


Рис. 7. Обобщенная функция желательности состояния анализируемого сообщества ГПБЗ «Керженский», рассчитанная по экологическим индексам и показателям урожайности за десятилетний период наблюдений

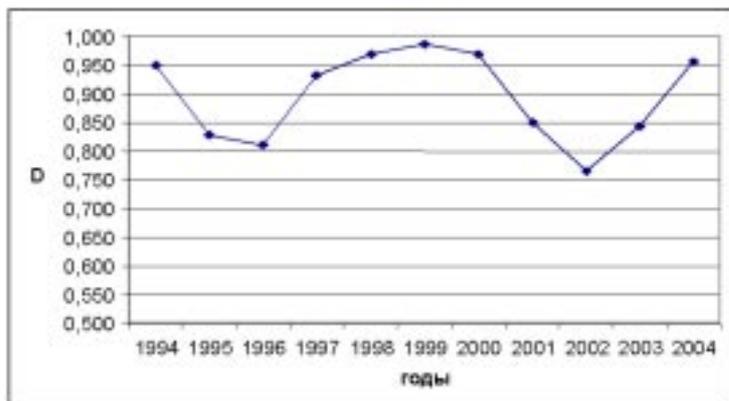


Рис. 8. Динамика обобщенной функции желательности сообщества ГПБЗ «Керженский», 1994–2004 гг.

#### ЛИТЕРАТУРА

*Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К.* Экология: Особи, популяции, сообщества: В 2 т. М., 1989. Т. 2. 477 с.

*Боровиков В.* STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. СПб., 2001. 656 с.

*Гелаивили Д. Б., Иудин Д. И., Розенберг Г. С., Якимов В. Н., Шурганова Г. В.* Степенной закон и принцип самоподобия в описании видовой структуры сообществ // Поволжский экол. журн. 2004. № 3. С. 227–245.

*Гланц С.* Медико-биологическая статистика. М., 1999. 459 с.

*Иудин Д. И., Гелаивили Д. Б., Розенберг Г. С.* Мультифрактальный анализ структуры биотических сообществ // Докл. АН. 2003. Т. 389, № 2. С. 279–282.

*Кокорин А. О., Грицевич И. Г., Сафонов Г. В.* Изменение климата и Киотский протокол – реалии и практические возможности. М., 2004. С.

*Курочкин Д. В.* Характеристика погодных условий Керженского заповедника в 1993–1999 гг. // Природные условия Керженского заповедника и некоторые аспекты охраны природы Нижегородской области. Н. Новгород, 2001. С. 325–346. (Труды ГПЗ «Керженский». Т. 1).

*Маргалев Р.* Облик биосферы. М., 1992. 254 с.

*Мокеева О. Д.* К вопросу об изменении климата. Вековой ход средней температуры воздуха и сумм осадков по Нижнему Новгороду // Проблемы гидрометеорологии и мониторинга загрязнения окружающей природной среды в бассейнах великих рек. СПб., 2005. С. 333–335.

*Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. 181 с.

*Одум Ю.* Основы экологии. М., 1975. 740 с.

*Реброва О. Ю.* Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М., 2003. 312 с.

*Уиттекер Р.* Сообщества и экосистемы. М., 1980. 328 с.

*Чернов Ю. И.* Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи совр. биол. 1991. Т. 111, вып. 4. С. 499–507.

*Чернов Ю. И., Пенев Л. Д.* Биологическое разнообразие и климат // Успехи совр. биол. 1993. Т. 113, вып. 5. С. 515–530.

выдвигаемого положения о нормальном функционировании экосистемы заповедника является закономерное уменьшение флуктуаций интегральных биоценотических показателей при увеличении сложности анализируемого сообщества. Практический вывод из этого теоретического обобщения однозначен: если сообщество функционирует в полном соответствии с каноническими положениями современной экологии, то можно считать, что заповедный режим на территории ГПБЗ «Керженский» обеспечивается в полном объеме.

Менее однозначной представляется проблема связи биоразнообразия с метеоклиматическими факторами, особенно в связи острой дискуссией о глобальном потеплении и его возможных последствиях. По данным Верхне-Волжского УГМС вековой ход средней температуры воздуха характеризовался чередованием периодов потеплений и похолоданий с 1890 г. до середины прошлого столетия. Начиная с середины 50-х годов XX века и до последних лет происходит постепенное повышение средней годовой температуры. За последнее аномально теплое десятилетие конца XX века средняя температура воздуха повысилась в южных и центральных районах области на 0,6°C, а в северных районах на 0,4°C. Однако категоричного вывода о глобальном потеплении многие специалисты не делают. Еще более сложным является вопрос об изменении биоты. Действительно, если вековые наблюдения за метеоклиматическими факторами не позволяют прийти к однозначному выводу, то что можно говорить на основе 10-летних временных рядов. Тем не менее, именно недостаточность и фрагментарность данных об изменении параметров биоты остро ставит вопрос о безотлагательной необходимости проведения систематических наблюдений и исследований по выявлению связи биоразнообразия и метеоклиматических факторов. Только в этом случае через десятилетия наши потомки смогут ответить на вопросы, с которыми уже столкнулось наше поколение.

УДК 630\*182.22(470.341)

## ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСОВ НИЖЕГОРОДСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

В. Б. Темнухин

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет*

В ходе выборочного рекогносцировочного лесопатологического обследования дана оценка текущему санитарному состоянию и биоценотической устойчивости лесонасаждений на площади свыше 200 га из числа закреплённых за ООО «ЛПК Лесной» (зона сотрудничества Керженского заповедника на территории Затонского опытного лесхоза Нижегородской области). Выявлены основные факторы ухудшения текущего санитарного состояния и снижения устойчивости насаждений. Предложен комплекс мероприятий по повышению устойчивости лесов.

**Ключевые слова:** Керженский заповедник: зона сотрудничества, биосферный резерват «Нижегородское Заволжье», санитарное состояние лесов, устойчивость лесов.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 76–80.

Оценка устойчивости лесов является одной из важнейших фундаментальных проблем современного лесоведения, изучение которой предусмотрено программами научных исследований РАН (Стороженко, 1992, 2002). С другой стороны, для лесных районов, длительное время находящихся в интенсивной эксплуатации, в том числе и Нижегородского Заволжья, такая проблема стоит особенно остро скорее в сугубо практическом плане.

С целью выявления особенностей текущего санитарного состояния и степени биоценотической устойчивости лесов Нижегородского Заволжья, последующей разработки комплекса мероприятий по повышению устойчивости этих лесов, в течение августа 2006 г. было выполнено выборочное рекогносцировочное обследование насаждений, арендуемых ООО «ЛПК Лесной» у Затонского опытного лесхоза Нижегородской области и расположенных в зоне сотрудничества ГПБЗ «Керженский». Согласно материалам лесоустройства (Таксационное описание... , 1997), указанные леса отнесены в лесохозяйственную часть зелёной зоны г. Нижнего Новгорода. Обследованием были охвачены 21 таксационный выдел в 16 кварталах леса, включая не менее 92,8 га лесных культур и не менее 115,3 га лесов естественного происхождения. Общая площадь обследованных насаждений превысила 200 га. Насколько известно, в лесах Нижегородского Заволжья такие работы производились впервые. Отвод насаждений в обследование производился по согласованию с руководством ООО «ЛПК Лесной» и в соответствии с задачами, закреплёнными в плане НИР ГПБЗ «Керженский». При этом, если руководство ООО «ЛПК Лесной» более интересовало состояние лесных культур и молодых насаждений, то, исходя из задач НИР ГПБЗ «Керженский», особое внимание уделялось насаждениям старших воз-

растных категорий (спелым и перестойным).

Предварительная информация о состоянии насаждений была получена из документов прошлого лесоустройства (План лесонасаждений... , 1995; Таксационное описание... , 1997; Проект организации... , 1997). Обследование выполнялось методом пеших маршрутных ходов.

Санитарное состояние древостоев оценивалось методом круговых площадок с анализом состояния деревьев в пределах прямой видимости согласно требованиям, изложенным в Санитарных правилах в лесах Российской Федерации (1998), и последующим вычислением среднего балла ослабления по общепринятой методике. Отмечалось наличие на деревьях и в их прикорневой зоне плодовых тел грибов – возбудителей гнилевых болезней леса. Производилось полевое определение видового состава этих грибов.

С целью установления наличия и характера скрытого гнилевого поражения и определения возраста деревьев с помощью возрастного бурава «Haglof» в каждом обследуемом насаждении производилось выборочное бурение стоящих на корню деревьев в зоне их комля и корневой шейки. Гниль на полученных ядрах описывалась по методике, приведённой в работах В. Г. Стороженко (Научные основы... , 1992; 2002).

Степень ослабления и усыхания древостоев, стадия патологического распада насаждений оценивалась по методам, описанным в работах В. Г. Стороженко (1997, 2002).

Оценка устойчивости насаждений выполнялась в соответствии с критериями, приведёнными В. Г. Стороженко (1992), и на основе комплексного анализа текущего санитарного состояния древостоя, успешности естественного возобновления коренных лесобразующих пород, структурно-функционально-го содержания валёжно-детритного комплекса.

Описание хода естественного возобновления и состояния подлеска осуществлялось в соответствии с методами, принятыми в лесной таксации, причём основное внимание уделялось наличию в составе подлеска тех древесных и кустарниковых пород, которые, как известно, затрудняют возобновление хвойных в насаждении.

При описании валёжно-детритного комплекса использованы как методы, изложенные в работах В. Г. Стороженко (Научные основы..., 1992; 2002), так и собственные оригинальные разработки (Экомониторинг..., 2001). Главное внимание при описании валежа в насаждении уделялось наличию и соотношению количества древесных остатков различной степени разложения. Кроме того, отмечалось наличие на древесных остатках плодовых тел грибов – возбудителей гнилевых болезней леса и грибов, являющихся антагонистами по отношению к этим возбудителям. Производился выборочный отбор плодовых тел грибов-древоразрушителей в коллекцию.

Одновременно с оценкой санитарного состояния и устойчивости насаждений производилось назначение мероприятий, которые призваны улучшить экологическое качество насаждений.

Обследование показало, что текущее санитарное состояние подавляющего большинства изученных насаждений удовлетворительное (табл. 1). В таких насаждениях происходит естественное изреживание древостоев, параметры ослабления и усыхания древостоев соответствуют

ная ранее подсочка сосны. Возможно воздействие корневой губки *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., поскольку имеются косвенные признаки присутствия её в древесине и скрытой комлевой гнили деревьев сосны (так называемый засмол древесины, выраженный в разной степени). Однако плодовых тел этого гриба не обнаружено.

В неудовлетворительном санитарном состоянии находятся насаждения, вышедшие за последние 10 лет из-под промышленных рубок (вырубки в кв. 10, выдел на план насаждений не вынесен и не обозначен, и в кв. 55, выд. 11). Главным фактором сильного ослабления оставленных фрагментов древостоя на вырубках являются механические повреждения (обдиры) стволов и корневых лап, сопутствующим – скрытое поражение гнилевыми болезнями (предположительно, корневой губкой). Сомкнувшиеся лесные культуры сосны младших классов возраста в кв. 59 (выд. 1) и кв. 71 (выд. 2) находятся в начальной стадии патологического распада. Во всех этих насаждениях наблюдается развитие куртин ослабления и усыхания древостоев при заметном снижении полноты, причём сосны поражены комлевой коррозийной трухляво-волокнуистой гнилью с наличием ксилостром. Наиболее вероятный возбудитель такого поражения – опёнок осенний. Характерно, что в этих насаждениях наиболее сильно ослабленные и интенсивно усыхающие деревья сосредоточены по периметру куртин усыхания. Следовательно, в перспективе с большой вероятностью можно ожи-

Таблица 1. Санитарное состояние обследованных насаждений

| Характеристика санитарного состояния     | Количество |         | Площадь насаждений, га |
|--|------------|---------|------------------------|
|  | кварталов  | выделов |                        |
| Хорошее                                  | 4          | 5       | не менее 6.2           |
| Удовлетворительное                       | 10         | 12      | 183                    |
| Неудовлетворительное                     | 2          | 2       | не менее 18.9          |
| Начальная стадия патологического распада | 2          | 2       | не менее 4             |

возрастной норме (единичное, слабое диффузное или куртинное усыхание без снижения полноты древостоя). В качестве факторов ослабления действуют возбудители болезней леса из групп шютте, рака-серянки, гнилевого поражения (сосновая губка *Phellinus pini* (Thore: Fr.) A. Ames., трутовик Швейнитца *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat., чага *Inonotus obliquus* (Pers.: Fr.) Pil., опёнок осенний *Armillaria mellea* (Vahl.: Fr.) Kumm. В ряде случаев к ослаблению древостоев приводит выполнен-

дать развития гнилевого поражения насаждений по очаговому типу с полным распадом существующего древостоя. Между тем, на вырубке в кв. 55 (выд. 11) в неудовлетворительном санитарном состоянии насаждение находится как вследствие сильного ослабления оставленных на корню деревьев прежнего древостоя, так и в результате неудовлетворительного состояния лесных культур сосны производства 2006 г. (погибло не менее 30–50% посадочного материала). Предполагаемая

Таблица 2. Критерии разделения насаждений по степени устойчивости

| Степень устойчивости насаждения | Характеристика насаждения  |
|---------------------------------|--|
| Высокая                         | Древостой: первый ярус 4С5Е1Б, второй ярус 10Е; полнота в среднем 0,8, СБОД=1,1. Подрост: 10Е, средний и крупный, равномерный или массивными куртинами, в среднем 6 тыс. шт. / га, в удовлетворительном состоянии. Подлесок отсутствует. Валёжный комплекс сформирован из древесных остатков I-V стадий разложения, поступивших из подроста и второго яруса древостоя; на остатках имеются плодовые тела грибов-антагонистов по отношению к возбудителям гнили.                            |
| От выше средней до высокой      | Древостой: полнота 0,7-0,8, участие сосны до 10 единиц состава, СБОД=1,38-2,5. Подрост: от 8С до 10Е, в основном крупный, в среднем от 2 до 12 тыс. шт. / га, в удовлетворительном состоянии, благонадёжный. Подлесок: редкий, включает рябину. Валёжный комплекс: одна из пяти стадий разложения может отсутствовать, значительна доля бурелома. Антагонисты не выявлены.   |
| Выше средней                    | Древостой: преобладают хвойные, полнота 0,5-0,7, ослабление незначительное. Подрост: от 2 до 17 тыс. шт. / га, в основном крупный, благонадёжный, возможно преобладание лиственных. Подлесок: редкий, включает рябину. Валёжный комплекс: запас 3-6 м <sup>3</sup> / га, представлены две-три стадии разложения из пяти; обычно встречаются антагонисты.   |
| Средняя                         | Древостой: хвойные преобладают, полнота 0,6-0,9, имеется не менее 2 возрастных поколений, ослабление незначительное. Подрост: хвойных - до 5 тыс. шт. / га, в удовлетворительном состоянии; лиственных - до 8 тыс. шт. / га. Подлесок: редкий, часто встречается рябина. Валёжный комплекс: представлены две, редко три стадии разложения из пяти; запас до 2 м <sup>3</sup> / га; плодовые тела антагонистов обычно отсутствуют.  |
| Ниже средней                    | Древостой: полнота 0,7-0,9, может снижаться до 0,5; ослаблен незначительно, имеются очаги инфекции опёнка осеннего. Подрост: единичный, либо отсутствует, либо преобладают лиственные. Подлесок: редкий или средней густоты, встречается рябина. Валёжный комплекс: представлено до двух стадий разложения из пяти, запас до 5 м <sup>3</sup> / га, антагонисты встречаются редко.   |
| Низкая                          | Древостой в виде фрагментов, полнота менее 0,4, либо в виде куртин усыхания и здоровых; состояние обычно неудовлетворительное. Подрост: либо отсутствует, либо куртинами, достигает в среднем 4 тыс. шт. / га, в удовлетворительном состоянии, выражено преобладают лиственные. Подлесок: до средней густоты, имеются рябина, бересклет. Валёжный комплекс: представлена одна, реже две стадии разложения из пяти, запас до 4 м <sup>3</sup> / га, плодовые тела антагонистов отсутствуют. |

причина ослабления древостоя – механические повреждения и гнили (аналогично вырубке в кв. 10), главная причина гибели культур сосны – некачественное производство лесокультурных работ (погибшие сосенки слишком легко выходят из почвы).

Бурение стволов деревьев показало, что в нарушенной лесной среде скрытое гнилевое поражение сосен первого яруса может развиваться к 80–100 годам их жизни, тогда как в условиях лесных культур сосны первого яруса могут поражаться гнилью уже в 40 лет. Подсоченные сосны не всегда, как это принято думать, легко поражаются гнилями. В частности, у сильно подсоченных сосен наблюдается интенсивное периферическое просмоление древесины без поражения гнилью. Среди скрытых гнилей преобладают коррозионные, в основном центральные; у сосен часто выявляется засмол древесины разной локализации и интенсивности. По данным бурения, предельный физиологический возраст сосны в изучаемых на-

саждениях составляет 100–110 лет. Максимальный возраст деревьев ели составил 100 лет, но он, в силу специфики лесоводственных условий, не может считаться предельным. Деревья берёзы могут достигать возраста 40–50 лет, а затем сильно поражаться гнилями.

Обследованные насаждения имеют разную степень биоценотической устойчивости. Всего в ходе обследования, в зависимости от текущего санитарного состояния древостоя и подроста, хода естественного возобновления, степени развитости подлеска и валёжного комплекса и т. д., выделено 6 степеней устойчивости насаждений (табл. 2). Как видно из таблицы 3, среди обследованных преобладают насаждения низших степеней устойчивости, что позволяет предполагать низкую степень устойчивости всего лесного массива.

В насаждениях, испытывающих угрозу распада вследствие гнилевого поражения грибами-биотрофами, рекомендуется срочно выполнить спе-

Таблица 3. Представленность обследованных насаждений по степени устойчивости

| Степень устойчивости       | Количество |         | Площадь насаждений, га |
|----------------------------|------------|---------|------------------------|
|                            | кварталов  | выделов |                        |
| Высокая                    | 1          | 1       | 3.6                    |
| От высокой до выше средней | 3          | 3       | 5.7                    |
| Выше средней               | 3          | 3       | 39.4                   |
| Средняя                    | 3          | 3       | 50.4                   |
| Ниже средней               | 6          | 6       | Не менее 71.5          |
| Низкая                     | 5          | 5       | Не менее 41.5          |

циальные биотехнические мероприятия по повышению инфекционного фона грибов-сапротрофов, проявляющих антагонистическую активность по отношению к возбудителям гнилей (табл. 4). В насаждениях с невысокой устойчивостью необходимо проводить предлагаемые В. Г. Стороженко (Научные основы... , 1992) рубки формирования и котловинные рубки, а также выполнять меры по содействию естественному возобновлению, включая и нетрадиционные (прерывистые культуры, управляемый пал и т. д.). Вместе с тем, в ряде случаев нужен полный запрет на рубку леса. Насаждения, обладающие высокой устойчивостью, целесообразно использовать как эталонные объекты и для ведения лесного хозяйства, и для решения научно-исследовательских задач.

Таким образом, основным фактором, приводящим к ухудшению текущего санитарного состояния насаждений и снижению их устойчивости, является нерациональное, без надлежащего учёта особенностей рельефа, геоморфологических и гидрологических условий, почвенного и растительного покрова данной местности, ведение лесного хозяйства. Производство лесных культур плантационного типа и интенсивные рубки в обследован-

ных лесах создали исключительно благоприятные условия для поражения насаждений вредителями и болезнями. Наиболее вероятной угрозой санитарному состоянию насаждений является поражение древостоев опёнком осенним, в той или иной степени комбинированное с поражением корневой губкой, сосновой губкой, трутовиком Швейнитца, чагой.

Подавляющая часть информации о гнилевом поражении насаждений может быть получена только в результате сплошного перечёта и бурения деревьев на постоянных пробных площадях, поэтому в ближайшей перспективе особое внимание должно уделяться закладке таких площадей.

Большинство обследованных насаждений имеет невысокую степень устойчивости, что связано как с развитием патологического процесса в древостоях, так и с нарушением их естественного возобновления, неразвитостью валёжного комплекса, а также рядом более частных причин. Общей основой этих нарушений является сложившаяся практика ведения лесного хозяйства, дальнейшее применение которой ведёт к полной деградации леса и как

Таблица 4. Рекомендуемые мероприятия

| Виды мероприятий  | Площадь насаждений, нуждающихся в мероприятии, га |
|---|---|
| Закладка постоянных пробных площадей                                      | 11.1  |
| Мониторинг без закладки пробных площадей                                  | 11.9  |
| Рубки формирования  | 89.2  |
| Выборочная санитарная рубка   | не менее 4  |
| Выборочная рубка с удалением берёзы и других мелколиственных пород        | 3.3   |
| Котловинная рубка   | не менее 29.7                                     |
| Запрет на рубки   | 61.4  |
| Выкладка крупномерных древесных остатков и их искусственное инфицирование | не менее 73.4                                     |
| Меры содействия естественному возобновлению                               | не менее 7.3                                      |
| Управляемый пал   | не менее 81.3                                     |
| Прерывистые культуры  | 18.9  |

экосистемы, и как объекта экономической деятельности.

Вот почему прежде всего необходимо выполнить комплекс санитарно-оздоровительных мероприятий в насаждениях с неудовлетворительным санитарным состоянием и распадающихся, уделяя главное внимание биологическим методам борьбы с вредителями и болезнями леса. В насаждениях с низкой устойчивостью следует сосредоточить усилия и на санитарно-оздоровительных мероприятиях в древостое, и на стимулировании естественного возобновления, и на оптимизации структуры и функций валёжного комплекса. Здесь потребуются отход от стандартных лесохозяйственных технологий, выполнение значительного объёма экспериментальных работ с целью выработки наиболее экономически приемлемого и экологически эффективного комплекса мероприятий, приуроченного к конкретному лесному массиву и предприятию лесного хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

*Научные основы устойчивости лесов к деструктурирующим грибам* / В. Г. Стороженко, М. А. Бондарцева, В. А. Соловьёв, В. И. Крутов. М., 1992. 221 с.

*План лесонасаждений* участка, арендуемого кооперативом «Лесной» Завражновского лесничества Затонского опытного лесхоза Нижегородской области / Фед. служба лесного хоз-ва России, Нижегородское управление лесами. Лесоустройство 1994 г. / А. М. Китаев и др. 1:25 000. Н. Новгород: Леспроект, 1995. 1 л.

*Проект организации рубок* главного пользования и ведения лесного хозяйства на арендуемых участках лесного фонда кооператива «Лесной» в Затонском ОПЛ Нижегородского управления лесами. Т. 1. Арендная записка. Н. Новгород: Поволжское государственное лесоустроительное предприятие, 1997. 87 с.

*Санитарные правила в лесах Российской Федерации*: утв. приказом № 10 Фед. службы лесного хоз-ва России от 15.01.98. М.: ВНИИЦ-лесресурс, 1992. 25 с.

*Стороженко В. Г.* Методика определения стадий распада культур ели // Лесоведение. 1997. № 1. С. 13–19.

*Стороженко В. Г.* Гнилевые фауны коренных лесов Русской равнины. М., 2002. 156 с.

*Таксационное описание* арендуемого участка по Завражновскому лесничеству Затонского ОПЛ (арендатор: кооператив «Лесной») / Фед. служба лесного хоз-ва России. Т. 3. Проект организации рубок главного пользования и ведения лесного хозяйства на арендуемых участках лесного фонда кооператива «Лесной» в Затонском ОПЛ Нижегородского управления лесами. Н. Новгород: Поволжское государственное лесоустроительное предприятие, 1997. 153 с.

*Экомониторинг зелёных насаждений: методические указания (с элементами НИРС) для студентов специальности 320100 «Природопользование»* / Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, каф. экологии и природопользования; сост. В. Б. Темнухин. Н. Новгород, 2001. 24 с.

УДК 595.768.23: 630\*232.213 (470.341)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАСЕЛЕНИЯ ДОЛГОНОСИКООБРАЗНЫХ ЖУКОВ (*COLEOPTERA*, *CURCULIONOIDEA*) СОСНЯКА ЛИШАЙНИКОВОГО ДО И ПОСЛЕ КОНТРОЛИРУЕМОГО ВЫЖИГАНИЯ

И. Н. Дмитриева

*Российский государственный социальный университет,  
филиал в г. Чебоксары*

Проанализировано влияние контролируемых выжиганий в культурах сосны 30-летнего возраста на фауну долгоносикообразных жуков на территории Нижегородского Завольжья. Контролируемый низовой пожар оказал значительное влияние на фауну и население долгоносикообразных жуков на исследованных участках культур. Выпадение из травянистого и кустарникового ярусов многих видов растений автоматически привело к отсутствию их специализированных фитофагов.

**Ключевые слова:** население, жуки, долгоносикообразные, сосняк лишайниковый, выжигание, *Coleoptera*, *Curculionoidea*.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 81–83.

Низовые пожары – один из наиболее значимых и частых видов воздействия на лесные экосистемы. Они могут быть естественного или искусственного происхождения; периодичность последних особенно возрастает в пригородных лесах и в зонах рекреации. Детальное изучение их действия на экосистемы и популяции остается актуальной проблемой. И если по растениям, а особенно по древесным породам, подобные работы уже проводились, то по их фитофагам (т. е. консументам первого порядка) проблема остается недостаточно исследованной. Еще более интересно изучение действия лесных пожаров не на отдельные популяции животных, а на таксоцены – группировки совместно обитающих животных одного таксона. Надсемейство долгоносикообразных жуков (*Curculionoidea*) – подходящий модельный объект для таких исследований. Это мелкие насекомые, многочисленные в разных ценозах, характеризующиеся относительно высоким видовым богатством и тесной связью с растениями. Население *Curculionoidea* может хорошо свидетельствовать о сформированности фауны специализированных фитофагов в целом. На примере долгоносикообразных жуков подобных исследований ранее не проводилось.

Материал собран в Лысковском районе Нижегородской области во второй половине июня 2006 г. Исследуемый биоценоз представляет собой культуру сосны 30 лет с подлеском из раkitника русского, разреженным травянистым ярусом из дробка красильного, вереска обыкновенного и ландыша майского и сформированным мохово-лишайниковым ярусом. Сборы сделаны на экспериментальной площадке, где за 3 года до этого про-

дилось контролируемое выжигание по типу низового пожара. Было выжжено 3 опытных участка, соседние с ними участки рассматривались в качестве контрольных (см. рис.). До выжигания все участки входили в состав единого биогеоценоза, что подтверждается данными таксационных описаний и визуальными наблюдениями до начала работ.

Жуков собирали кошением утяжеленным энтомологическим сачком и ручным ловом дифференцировано с разных кормовых растений. За величину пробы с растений одного вида принято 20 взмахов; это достаточно большая проба при кошениии по монокультурам.

На опытных (выжженных) участках долгоносикообразные жуки кошением собраны только на раkitнике русском [*Chamaecytisus ruthenicus*

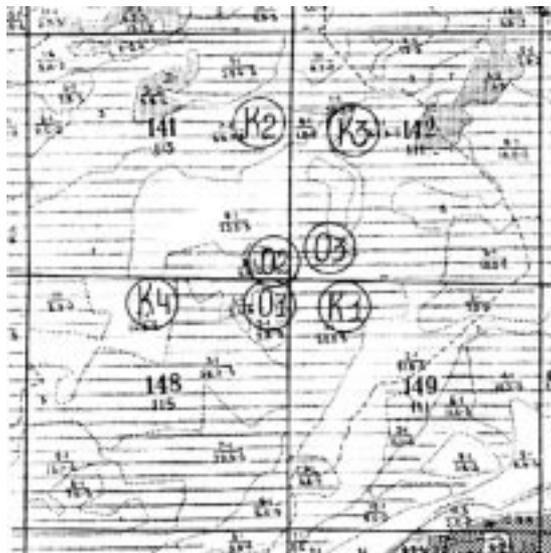


Рис. Схема расположения опытных и контрольных участков. «О» – опыт, «К» – контроль

(Fisch. ex Woloszcz.). Там обитает 3 вида: *Strophosoma capitatum*, *Sitona striatellus* и *Phyllobius viridicollis*; из них первый характеризуется значительно большим обилием, первые два вида встречаются регулярно, а *Ph. viridicollis* единичен (см. табл.). На стволах сосен ручным ловом собран *Brachyderes incanus*. Жуки довольно обильны, держатся на теневой стороне деревьев, прячась под чешуйками коры. Интересно, что на контрольных участках данный вид значительно менее обилён.

На контрольных участках собрано 18 видов жуков. Наибольшим видовым богатством характеризуется третий и первый контрольные участки (10 и 9 видов соответственно), меньшим – четвертый и второй (5 и 6 видов). Видовое богатство *Curculionoidea* на разных участках контроля хорошо коррелирует с разнообразием микроусловий последних.

Максимальные показатели видового богатства и численного обилия жуков отмечены на ракитнике русском (8 видов). Среди них численность высока у *Sitona striatellus*, *Phyllobius viridicollis*, *Strophosoma capitatum* (по 14–18 экз. на 20 взмахов сачком); среднее обилие характерно для *Exapion elongatum* и *Sciaphilus asperatus* (по 3–6 экз.); такие виды как *Anthonomus phyllocola*, *Polydrusus confluentis* и *Miarus ajugae* представлены единичными экземплярами (табл.). Эти данные хорошо согласуются с трофической приуроченностью жуков (Исаев, 1994, 2000), а единичные находки являются случайными. На вереске обыкновенном [*Calluna vulgaris* (L.) Hull] собрано 3 вида, из них только *Micrehus ferrugatus* является обычным и многочисленным обитателем этого растения, а *Strophosoma capitatum* и *Sitona sulcifrons*, по-видимому, попали с близрастущих кустов ракитника. На березе бородавчатой (*Betula pendula* Roth) обычен *S. capitatum*, реже встречены *Orchestes rusci* и *Melanapion minimum*; все 3 вида – типичные фитофаги березы (Исаев, 1994, 2000). Фауна дрока красильного (*Genista tinctoria* L.) по набору видов сходна с фауной ракитника, но отличается меньшим видовым богатством и большей выравненностью обилия видов: найдены *Strophosoma capitatum*, *Sitona striatellus*, *Phyllobius viridicollis* и *Exapion compactum*. На смолевке белой *Silene alba* (Mill.) E. H. L. Krause] выявлены *Sibinia viscaria*, *Rhinoncus casto* и *Miarus ajugae*; последние 2 вида, не являющиеся типичными фитофагами гвоздичных, скорее всего, попали на смолевку с окружающего разнотравья. Фауна малочисленных и редких растений не типичная, она складывается из видов, широко распространенных в рассматрива-

емом биоценозе в целом. Так, с ивы Виноградова (*Salix vinogradovii* A. Skvorts.) собраны *Strophosoma capitatum*, *Phyllobius pyri* и *Apion cruentatum*, с ивы козьей (*Salix caprea* L.) – *Phyllobius viridicollis*, с ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) – *Strophosoma capitatum* и *Sitona striatellus*, с прострела раскрытого [*Pulsatilla patens* (L.) Mill.] – *Phyllobius viridicollis*. На наш взгляд, это связано с тем, что перечисленные растения под пологом культуры сосны находятся не вполне в типичных условиях произрастания (за исключением ландыша), они не образуют плотных и крупных скоплений и не привлекают фитофагов с соседних биоценозов. Ландыш майский не входит в число типичных кормовых растений *Curculionoidea*.

Приведенные данные свидетельствуют о значительно большем видовом богатстве и численности долгоносикообразных жуков в контроле по сравнению с опытом, исключение составляет только *Brachyderes incanus* – единственный из присутствующих в сборах ксилобионтов. Кроме сосны, общим растением для опытных и контрольных участков был только ракитник. На нем фауна после выжигания представлена 3 видами из 8, обитавших там до выжигания. Исключая случайные находки, можно сказать, что такие типичные обитатели ракитника как *Exapion elongatum*, *Sciaphilus asperatus* и *Polydrusus confluentis* не восстанавливаются на нем через 3 года после выжигания, а *Strophosoma capitatum*, *Phyllobius viridicollis* и *Sitona striatellus* значительно снижают свою численность. Остальные растения, произрастающие на контрольных участках и характеризующиеся своеобразной фауной *Curculionoidea*, в опыте отсутствовали.

Из приведенных данных можно сделать вывод, что контролируемый низовой пожар оказал значительное влияние на фауну и население долгоносикообразных жуков на исследованных участках культур сосны. Выпадение из травянистого и кустарникового ярусов многих видов растений автоматически привело к отсутствию их специализированных фитофагов. На ракитнике русском, единственном кормовом растении *Curculionoidea*, оставшемся после выжигания, фауна жуков представлена немногими видами. Это фоновые виды биоценоза, обладающие, по-видимому, также высоким потенциалом расселения и распространившиеся на опытные участки с контрольных. Большое обилие ксилобионтов (*Brachyderes incanus*) логично связать с ослабленностью обгоревших во время пожара сосен. Перспективным будет продолжение исследований на этих участках в последующие годы.

Таблица. Видовой состав и численное обилие долгоносикообразных жуков на опытных и контрольных участках

| Вариант | Местопо-<br>ложение | Вид                                  | Колл-<br>чество | Кормовое растение   |
|---------|---------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|
| O2      | 141/9               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 7               | Ракитник русский    |
| O2      | 141/9               | <i>Sitona striatellus</i> Gyll.      | 1               | Ракитник русский    |
| O2      | 141/9               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 7               | Ракитник русский    |
| O2      | 141/9               | <i>Phyllobius viridicollis</i> (F.)  | 1               | Ракитник русский    |
| O2      | 141/9               | <i>Sitona striatellus</i> Gyll.      | 4               | Ракитник русский    |
| K1      | 149/1               | <i>Micrelus ferrugatus</i> (Perris.) | 3               | Вереск обыкновенный |
| K1      | 149/1               | <i>Phyllobius pyri</i> (L.)          | 1               | Ива Виноградова     |
| K1      | 149/1               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 2               | Ива Виноградова     |
| K1      | 149/1               | <i>Apion cruentatum</i> Walt.        | 1               | Ива Виноградова     |
| K1      | 149/1               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 6               | Ракитник русский    |
| K1      | 149/1               | <i>Phyllobius viridicollis</i> (F.)  | 17              | Ракитник русский    |
| K1      | 149/1               | <i>Polydrusus confluens</i> Steph.   | 1               | Ракитник русский    |
| K1      | 149/1               | <i>Sitona striatellus</i> Gyll.      | 1               | Ракитник русский    |
| K1      | 149/1               | <i>Exapion elongatulum</i> (Desbr.)  | 2               | Ракитник русский    |
| K1      | 149/1               | <i>Miarus ajugae</i> (Hbst.)         | 1               | Ракитник русский    |
| K2      | 141/7               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 14              | Ракитник русский    |
| K2      | 141/7               | <i>Sciaphilus asperatus</i> (Bonsd.) | 3               | Ракитник русский    |
| K2      | 141/7               | <i>Sitona striatellus</i> Gyll.      | 18              | Ракитник русский    |
| K2      | 141/7               | <i>Phyllobius viridicollis</i> (F.)  | 5               | Ракитник русский    |
| K2      | 141/7               | <i>Anthonomus phyllocola</i> (Hbst.) | 1               | Ракитник русский    |
| K2      | 141/7               | <i>Exapion elongatulum</i> (Desbr.)  | 6               | Ракитник русский    |
| K3      | 142/2               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 1               | Береза бородавчатая |
| K3      | 142/2               | <i>Orchestes rusci</i> (Hbst.)       | 1               | Береза бородавчатая |
| K3      | 142/2               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 8               | Береза бородавчатая |
| K3      | 142/2               | <i>Melanapion minimum</i> (Hbst.)    | 1               | Береза бородавчатая |
| K3      | 142/2               | <i>Micrelus ferrugatus</i> (Perris.) | 7               | Вереск обыкновенный |
| K3      | 142/2               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 1               | Вереск обыкновенный |
| K3      | 142/2               | <i>Sitona sulcifrons</i> (Thunb.)    | 1               | Вереск обыкновенный |
| K3      | 142/2               | <i>Phyllobius viridicollis</i> (F.)  | 4               | Ива козья           |
| K3      | 142/2               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 1               | Ландыш майский      |
| K3      | 142/2               | <i>Sitona striatellus</i> Gyll.      | 1               | Ландыш майский      |
| K3      | 142/2               | <i>Sibinia viscaria</i> (L.)         | 2               | Смолевка белая      |
| K3      | 142/2               | <i>Rhinoncus castor</i> (F.)         | 1               | Смолевка белая      |
| K3      | 142/2               | <i>Miarus ajugae</i> (Hbst.)         | 1               | Смолевка белая      |
| K4      | 148/2               | <i>Strophosoma capitatum</i> (Deg.)  | 2               | Дрок красильный     |
| K4      | 148/2               | <i>Sitona striatellus</i> Gyll.      | 1               | Дрок красильный     |
| K4      | 148/2               | <i>Phyllobius viridicollis</i> (F.)  | 1               | Дрок красильный     |
| K4      | 148/2               | <i>Exapion compactum</i> (Desbr.)    | 1               | Дрок красильный     |
| K4      | 148/2               | <i>Phyllobius viridicollis</i> (F.)  | 1               | Прострел раскрытый  |

ЛИТЕРАТУРА

**Исаев А. Ю.** Эколого-фаунистический обзор жуков-долгоносиков (*Coleoptera: Apionidae, Rhynchophoridae, Curculionidae*) Ульяновской области. Ульяновск, 1994. 77 с.

**Исаев А. Ю.** Дополнительные данные по фау-

не жуков-долгоносиков (*Coleoptera, Curculionoidea: Apionidae, Dryophthoridae, Curculionidae*) Ульяновской области // Насекомые и паукообразные Ульяновской области. Ульяновск, 2000. С. 65–82. (Серия «Природа Ульяновской области»).

УДК 595.44: 630\*232.213 (470.341)

## ДИНАМИКА ГЕРПЕТОБИОНТНЫХ ПАУКОВ НА ПИРОГЕННЫХ УЧАСТКАХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В КЕРЖЕНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ЛЫСКОВСКОГО ЛЕСХОЗА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. Сидоренко

*Нижегородский государственный университет*

Проанализировано влияние контролируемых выжиганий в культурах сосны 30-летнего возраста на фауну герпетобионтных пауков на территории Нижегородского Заволжья. Контролируемый низовой пожар оказал незначительное влияние на фауну и население исследуемой группы.

**Ключевые слова:** Нижегородская область, герпетобионтные пауки, выжигание.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 84–86.

Известно, что низовые пожары, происходящие в лесных экосистемах, оказывают существенное влияние на растительный покров и фауну беспозвоночных. Целью работы являлась оценка динамики герпетобионтных беспозвоночных (на примере пауков) на пробных площадях в Керженском лесничестве Лысковского лесхоза Нижегородской области, пройденных низовым пожаром. В результате проведенной под руководством А. В. Константинова экспериментальной работы по повы-

шению устойчивости сосновых культур к пирогенному фактору несколько участков лесных культур было пройдено низовыми пожарами. Данные площадки послужили в качестве опытных для оценки динамики герпетобионтных пауков от пирогенного фактора. В качестве контроля послужили аналогичные по характеристике участки лесных культур, не пройденные низовым пожаром.

Для сбора герпетобионтных пауков использовали метод почвенных ловушек. Данные сборов

Таблица 1. Относительное обилие герпетобионтных пауков (экз. на пробу) на пробных площадях в Керженском лесничестве Лысковского лесхоза (по данным сборов беспозвоночных в почвенные ловушки)

| №<br>п/п                  | Названия видов                 | Номера пробных площадей |        |        |        |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
|                           |                                | 1                       | 2      | 3      | 4      |
| <b>Сем. Lycosidae</b>     |                                |                         |        |        |        |
| 1                         | Tarentula aculeata Cl.         | 12♂, 2♀                 | 5♂, 4♀ | 1♂, 3♀ | 8♂, 1♀ |
| 2                         | T. sulzeri Pavesi              | 3♂                      | 2♂     | 4♂     | 1♂     |
|                           | Tarentula sp. (juv.)           | 5♀                      |        | 1♀     | 6♀     |
| 3                         | Pardosa bifasciata C.L.Koch    |                         |        | 1♂     | 1♂     |
| 4                         | Pardosa lugubris Walck.        | 1♂, 1♀                  |        |        |        |
| 5                         | Trochosa terricola Thor.       | 2♂, 1♀                  | 1♀     | 2♀     | 1♂     |
| 6                         | Xerolycosa nemoralis West.     |                         | 1♂     |        |        |
|                           | Lycosidae gen.sp. (juv.)       |                         | 2♀     | 1♀     |        |
| <b>Сем. Zoridae</b>       |                                |                         |        |        |        |
| 7                         | Zora silvestris Kulczynski     | 3♂                      |        | 1♂     | 2♂     |
| <b>Сем. Gnaphosidae</b>   |                                |                         |        |        |        |
| 8                         | Callilepis nocturna L.         | 1♂                      |        |        |        |
| 9                         | Haplodrassus signifer C.L.Koch |                         |        | 1♂, 1♀ | 1♂     |
| 10                        | Haplodrassus umbratilis L.Koch |                         | 1♂, 1♀ |        |        |
| <b>Сем. Theridiidae</b>   |                                |                         |        |        |        |
| 11                        | Steatoda phalerata Panzer      |                         |        | 1♂     |        |
| <b>Сем. Tetragnatidae</b> |                                |                         |        |        |        |
|                           | Tetragnatidae gen.sp. (juv.)   |                         |        |        | 1♀     |
| <b>Сем. Thomisidae</b>    |                                |                         |        |        |        |
| 12                        | Xisticus lineatus West.        |                         |        |        | 1♂     |

пауков в почвенные ловушки на пробных площадях, подвергшихся пирогенному фактору (№ 1, 2 и 4), и на контрольном участке (№ 3) в 2006 г. представлены в таблице 1.

В результате сборов в почвенные ловушки было выявлено 12 видов пауков, относящихся к 5 семействам. Большинство видов обитает в подстилке. Наиболее массовый вид – *Tarentula aculeata* – доминирует или содоминирует на всех обследованных площадках. Один из видов – *Callilepis nocturna* L. – отмечен впервые для Нижегородской области.

Для оценки воздействия пирогенного фактора на сообщества герпетобионтных пауков по данным сборов в 2006 г. в почвенные ловушки прове-

пауков, как наиболее массовых групп беспозвоночных (рис. 1). Общность биотопов по видовому составу и населению пауков определяли по индексам общности Чекановского – Сьеренсена – (1) и (2).

$$I_{cs} = \frac{2a}{(a+b) + (a+c)} \quad (1)$$

где  $a$  – виды общие для двух сравниваемых списков,  $b$  и  $c$  – виды присутствующие соответственно в первом или во втором списке.

$$I_{(ij)} = \sum_i \min(P_{ij}, P_{ik}) \quad (2)$$

где  $P_{ij}$  и  $P_{ik}$  – минимальная доля вида –  $i$ , соответственно в сравниваемых попарно  $j$  и  $k$  списках.

При построении дендрограмм использовали метод объединительного кластерного анализа. Соединение объектов в дендрограмме осуществлено способом одиночного присоединения (single linkage). В данном методе, называемом также методом ближнего соседа, соединение групп проводится по максимальному значению сходства между объектами из каждой группы.

Данные расчетов (см. рис) показывают, что наибольшее сходство по видовому составу пауков (86%) демонстрируют пробные площадки № 3 и № 4, т. е. контрольный и опытный участок. По населению пауков (формула 2)

Таблица 2. Показатели видового богатства и разнообразия герпетобионтных пауков на обследованных участках в Керженском лесничестве Лысковского лесхоза

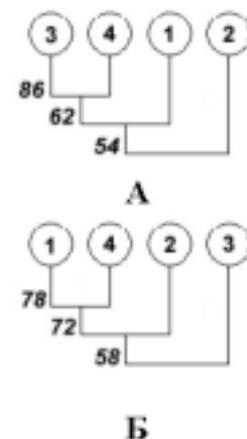
| Показатели видового богатства и разнообразия | Пробные площади |      |      |      |
|--|-----------------|------|------|------|
|  | 1               | 2    | 3    | 4    |
| Индекс разнообразия Симпсона, $D$            | 2.96            | 2.47 | 5.23 | 2.84 |
| Индекс доминирования Симпсона, $c$           | 0.34            | 0.40 | 0.19 | 0.35 |
| Индекс видового богатства Маргалёфа, $d$     | 1.06            | 1.02 | 1.54 | 1.50 |
| Индекс разнообразия Шеннона, $\bar{H}$       | 2.02            | 1.74 | 2.57 | 2.09 |
| Индекс выравненности Шеннона (Пиллу), $e$    | 0.78            | 0.75 | 0.92 | 0.74 |

дены расчеты показателей видового богатства и разнообразия (табл. 2). Данные расчетов свидетельствуют о небольшом различии индексов разнообразия и доминирования Симпсона опытных и контрольного участка. Так, на контрольном участке величина индекса разнообразия Симпсона ( $D$ ) оказалась наибольшей – 5.23, а величина индекса доминирования Симпсона ( $c$ ) наименьшей – 0.19. Наибольшее видовое богатство по индексу Маргалёфа отмечено как для контрольной площади, так и для опытной (4-й), соответственно – 1.54 и 1.50. Индекс видового разнообразия Шеннона оказался наибольшим на контрольной площади, для которой также отмечена высокая выравненность герпетобионтной аранеофауны.

Для оценки трансформации обследованных экосистем и влияния пирогенного воздействия на мезофауну проведены расчеты сходства (общности) биотопов по видовому составу и населению

все обследованные биотопы объединяются на уровне 58–78%, наибольшее сходство отмечено между пробными площадями № 1 и № 4, а наименьшее сходство с опытными участками имеет контрольный участок. В целом, контрольный уча-

Рис. Дендрограммы сходства пробных площадей по видовому составу (А) и населению (Б) пауков  
Условные обозначения. Пробные площади – цифры в кружках, коэффициенты сходства, % – цифры вне кружков



сток имеет довольно высокий уровень сходства по видовому составу с опытными площадями, что свидетельствует об отсутствии существенного влияния изучаемого фактора (пирогенного) на фауну герпетобионтных пауков.

### **Выводы**

1. Видовой состав герпетобионтных пауков по данным уловов на всех пробных площадях включает 12 видов.

2. Среди герпетобионтных пауков наиболее массовый вид – *Tarentula aculeata* – доминирует или содоминирует на всех обследованных площадях.

3. Наибольшее сходство по видовому составу пауков демонстрируют пробные площади № 3 (контрольная) и № 4 (опытная), что свидетельствует об отсутствии существенного влияния изучаемого фактора (пирогенного) на фауну герпетобионтных пауков.

4. Данные расчетов показателей видового богатства и разнообразия герпетобионтных пауков свидетельствуют об отсутствии существенных различий между соответствующими показателями сообществ пауков пробных площадей, подвергшихся пирогенному воздействию, и контрольного участка. При этом индексы видового богатства и разнообразия оказались наибольшими для контрольного участка.

УДК 591.526:598.619(470.342+470.53)

## БЕЛАЯ КУРОПАТКА В ПРИКАМЬЕ

И. В. Карякин

Государственный природный биосферный заповедник «Керженский»

Информация о распространении и численности белой куропатки в Прикамье на рубеже веков. Проведен ГИС-анализ распределения белой куропатки, определена площадь местообитаний, изучена годовая динамика численности. Проанализированы факторы, позитивно и негативно влияющие на динамику численности белой куропатки. Изучен пресс хищников на белую куропатку на болотах Прикамья, проанализированы биотопические условия, в которых изымается максимальная доля особей из популяции различными видами хищных птиц.

**Ключевые слова:** белая куропатка, *Lagopus lagopus*, гнездование, Пермская область, Кировская область.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 87–101.

### Введение

Белая куропатка (*Lagopus lagopus* L., 1758) – немногочисленный представитель семейства тетеревиных в Прикамье. По Л. С. Степаняну (1990) здесь интерградируют четыре подвида: номинативный (*L. l. lagopus* L.), область распространения которого на юг доходит до Верхней Камы, на восток – до Уральского хребта; среднерусский (*L. l. rossicus* Serebr.), населяющий юг лесной зоны на восток до среднего течения Камы; западносибирский (*L. l. major* Lorenz), распространенный от среднего течения Камы на восток по югу лесной, лесостепной и степной зон; и северный (*L. l. koreni* Thayer et Bangs), населяющий в регионе горы Северного Урала, далее на восток – всю лесную, лесотундровую и тундровую зоны до побережья Арктических морей включительно. Несмотря на то, что белая куропатка не редка в регионе, назрела необходимость выяснения численности и распространения среднерусского подвида, т. к. он занесен в Красную книгу РФ (категория 2) и исчез, либо находится под угрозой исчезновения на большей части своего ареала.

На территории исследования учеты белых куропаток проводились в рамках проекта Центра полевых исследований по инвентаризации орнитофауны Уральского региона. В ходе проекта был собран репрезентативный материал на территории Пермской области, однако он был обработан достаточно грубо из-за недостаточно полного покрытия исследованной территории космическими снимками. В некоторых случаях экстраполяция проводилась на условно гнездопригодную территорию, рассчитанную по привязанным в ГИС планам лесонасаждений, либо по данным, полученным в ходе расчета на соседних территориях

(Карякин, 1998а). В 2002 г. на регион было собрано полное покрытие данных дистанционного зондирования земли (ДДЗЗ) камерами спутников Ресурс и Landsat, что сделало возможным подробный биотопический анализ территории.

В данной работе предпринята попытка с помощью биотопического анализа в ГИС определить область распространения и численность разных популяций белых куропаток, выделить гнездовые группировки, населяющие верховые болота, и определить их численность для каждого болота, а также проанализировать ряд лимитирующих факторов.

### Краткая природная характеристика региона

Исследованная территория занимает восток Русской равнины и Уральские горы, административно лежит в пределах Кировской и Пермской областей и республик Удмуртия и Башкортостан. Большая часть территории находится в пределах зоны средне- и южно-таежных лесов (на востоке в зоне горно-таежных лесов) и лишь на юго-востоке имеются изолированные пространства лесостепи (Мильков, Гвоздецкий, 1976; Мильков, 1977).

### Методика

#### Общие принципы

Регион обследовался автором с коллегами в 1988–2004 гг. Экспедиционными маршрутами, которые проходили преимущественно по рекам, с радиальными выходами на водоразделы, были охвачены все природные районы. Общая протяженность рабочих маршрутов составила 22245.33 км (Карякин, 1998а, 1998б, 1998в).

Учет белых куропаток велся как в гнездовой, так и в осенне-зимний период по общепринятым методикам площадочных и маршрутных учетов,

доработанным автором. Расчет численности осуществлялся в ГИС на гнездопригодные биотопы (Карякин, 1996, 2000).

Карта, содержащая информацию о количестве и площади гнездопригодных для белой куропатки биотопов, подготовлена автором на основе ДДЗЗ Ресурс-01 МСУ-СК/МСУ-Е и Landsat-7 TM/ETM+. Гнездопригодные для белой куропатки биотопы выделены методом CUBIC CONVOLUTION (Hooge, 1998). В анализе космических снимков, подготовке векторных слоев и обработке информации использованы пакеты программ ERDAS, ESRI и Distance 4.1. (Arc View 3.2a, Spatial Analyst 1.1, Animal Movement Analysis 2.0, Image Analysis, Spatial Tools) (ERDAS IMAGINE, 1991; ArcView GIS, 1996; Hooge, Eichenlaub, 1997; Hooge, 1998; Thomas et al., 2003).

### *Методы учета*

Учет белых куропаток осуществлялся как на маршрутах, так и на площадках, однако в основу расчета численности вида легли учеты на болотах в Пермской области весной и в первой половине лета, которые велись следующим образом:

– маршруты закладывались таким образом, чтобы охватить максимально возможную площадь территории, на которой велся учет, и тем самым снизить до минимума возможный пропуск птиц,

– маршруты закладывались через гнездопригодные для белой куропатки биотопы, но не в виде прямых трансект, а в виде змейки через промежутки, которые примерно были равны ширине учетной полосы,

– ширина учетной полосы рассчитывалась исходя из средней дальности обнаружения вида по радиальным расстояниям до птиц в момент первой встречи с ними.

Так как учеты проводились на болотах, являющихся типичными местами гнездования белой куропатки, то можно считать, что учетная площадь равняется гнездопригодной. Общая площадь определялась исходя из средней ширины обзора на маршрутах, а не из средней дальности обнаружения вида, и фактически включала в себя не только гнездопригодную территорию, на которой высока вероятность пропуска вида, но и участки болот, непригодные (или малопригодные) для гнездования белой куропатки (водоемы, низинные болота, острова сомкнутого леса).

В Кировской области были проведены лишь линейные маршрутные учеты в середине лета и только на двух болотах (Дымное и Вешняцкое).

Расчет численности осуществлен по классической методике маршрутного учета на неограниченной полосе. Так как эти учеты дали результаты, близкие к таковым по данным площадочных учетов на болоте Адовском в Пермской области, мы сочли возможным ими пренебречь и на территорию болот Кировской области экстраполировать средние данные по плотности, полученные на всех Прикамских площадках.

Всего было заложено 47 площадок. На площадках 7–9 учет проводился в течение 6 сезонов 3 раза за лето (1–10 мая, 15–20 июня и 10 августа – 10 сентября), на площадках 17, 38, 42 – трижды в течение трех сезонов, на остальных – однократно.

Протяженность учетных маршрутов в гнездопригодных биотопах на площадках составила 1069.4 км (от 1.1 до 88.9 км, в среднем  $22.75 \pm 20.93$  км на площадке). Километраж маршрутов в сомкнутых древостоях при подходе к болотам, где считали тетерева и глухаря, в расчет учетной площади для белой куропатки не включен.

Ширина учетной полосы по 258 регистрациям определена в 0.05–0.40 км, в среднем  $0.14 \pm 0.07$  км, что в 3.6 раз меньше средней ширины полосы обзора на маршрутах.

Учетная площадь в гнездопригодных биотопах на площадках в сумме составила 123.5 км<sup>2</sup> (4.06% от общей площади гнездопригодных биотопов в регионе и 23.1% от площади площадок), от 0.3 до 10.7 км<sup>2</sup> на площадке, в среднем –  $2.63 \pm 2.19$  км<sup>2</sup>.

На учетных площадках обнаружено 110 пар и 148 ранних выводков белых куропаток, которые при расчете приравнены к парам. На одной площадке учитывалось от 1 до 34 пар и выводков белых куропаток, в среднем –  $5.5 \pm 5.6$ . Доля площадок, на которых учтено по 1–2 пары (всего 18 пар, или 7% учтенных птиц), составила лишь 23.4% по количеству и 9.01% по площади от всех площадок.

Белые куропатки, наблюдавшиеся в биотопах, которые нами не были включены в типичные, также отмечались. Численность птиц в таких биотопах оценивалась исходя из их доли в общей выборке регистраций всех птиц за сезон.

Учет численности птиц по выводкам во второй половине лета на площадках проводился многократно только на болотах Пронинское и Большое, а также однократно на болотах Дикое и Адовское. На нескольких других болотах учеты велись лишь на маршрутах. Была получена плотность выводков на 25 маршрутах в тех же местах, где вид учитывался весной. Исходя из разницы показателей, была определена среднелетняя чис-

ленность вида в регионе в выводках. По средней численности птенцов в выводках, данные по которым собирались на всей территории региона, определялась численность белых куропаток в середине и в конце лета для каждой популяции.

Полноценные зимние учеты велись только на Камском стационаре (болото Пронинское, площадь 8), поэтому зимняя численность определялась исходя из разницы среднелетних и зимних показателей плотности на стационаре.

Данные по доле белой куропатки в питании хищных птиц собраны в ходе анализа пищевых остатков и погадок под гнездами и присадами на гнездовых участках хищников; большая часть их опубликована (Карякин, 1998в). Параллельно на гнездовых участках хищников проводился учет всех куриных, что позволяет сравнивать соотношение куриных в питании хищников и различные факторы, влияющие на изъятие того или иного вида хищниками.

#### Методы экстраполяции

В ходе полевых исследований, помимо учета белой куропатки, проводили описание биотопов, в которых она регистрировалась. В дальнейшем в ходе факторного анализа были выделены видимые на снимках характеристики типичных гнездовых биотопов белой куропатки в Прикамье, по которым и осуществлена подготовка векторного слоя.

Для выделения основной области местообитаний и гнездопригодных биотопов белой куропатки в равнинной части лесной зоны Прикамья был

подготовлен ГИС-слой из сшитых и привязанных к системе координат космических снимков (рис.1).

Около 86% летних регистраций белой куропатки пришлось на открытые и полукрытые верховые сфагновые болота, типичные для Восточно-европейской провинции: сфагновые и сосново-сфагновые болота с *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum magellanicum*, с чередованием сомкнутых угнетенных древостоев сосны, черноольшаников, участков низинных лесных (еловых и березовых) и травяных болот (Боч, Мазинг, 1979). Именно эти болота были приравнены к типичным гнездопригодным биотопам. Основными критериями их выделения явились:

- 1) допустимое вкрапление участков низинных болот, открытой воды в середине лета, сомкнутых древостоев сосны, березы и ивы до 300 м на 1 км по горизонтальной линии точек;
- 2) допустимая площадь сомкнутых древостоев сосны до 0.25 км<sup>2</sup> на 1 км<sup>2</sup>.

Болота площадью до 0.2 км<sup>2</sup> включительно при генерализации объединялись с прилегающими полигонами сомкнутых древостоев или болот иного типа.

В качестве гнездопригодных биотопов не выделялись открытые болота, подходящие по типу и площади, но окруженные со всех сторон агроценозами, попадающие в пределы буферов вокруг населенных пунктов и дорог главного пользования или протянувшиеся узкими полосами шириной менее 300 м вдоль русел рек (рис. 2).

В результате дешифровки космических снимков на основе полевых данных была подготовлена векторная карта гнездопригодных для белой куропатки биотопов (рис. 3). Площадь таких биотопов составила 3042.06 км<sup>2</sup>. Площадь болот варьирует от 0.21 до 501.92 км<sup>2</sup> (n=451), составляя в среднем 6.75±30.15 км<sup>2</sup>. Крупные болота (площадью более 10 км<sup>2</sup>) составляют

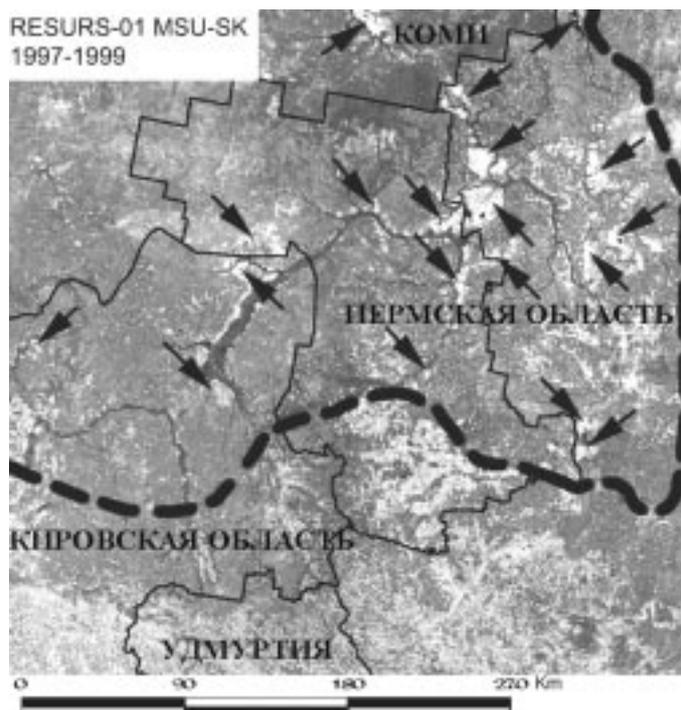


Рис. 1. Карта основной области местообитаний белой куропатки в Прикамье (пунктирной линией показана южная граница) и болот, на которых сосредоточен основной ресурс вида (показаны стрелками). На основе космоснимков Ресурс МСУ-СК за 1997–99 гг.

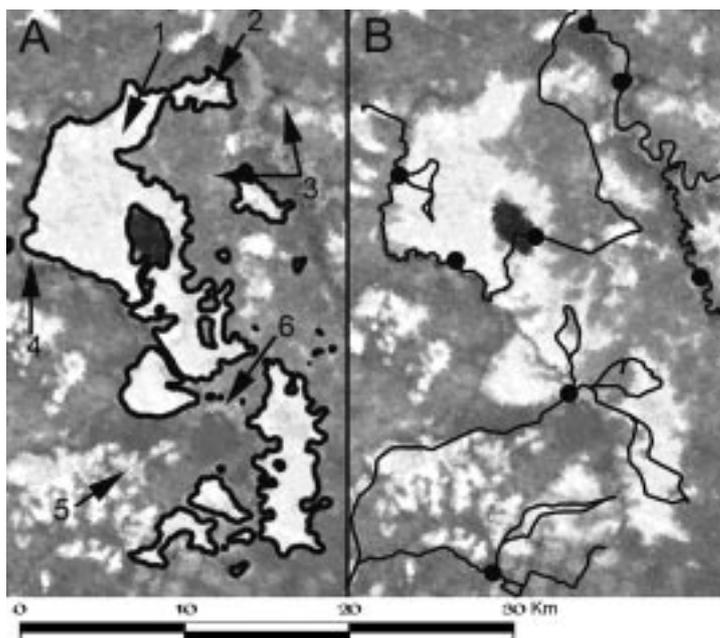


Рис. 2. Пример выделения гнездопригодных для белой куропатки биотопов (А) и их обследования (В) на болоте Дорыш (площадка 17)

А: 1 – типичное открытое верховое сфагновое болото, 2 – фрагменты сомкнутого сфагнового сосняка, проходящие по параметрам, для включения в полигон гнездопригодного биотопа, 3 – угнетенные сфагновые сосняки, превышающие допустимые параметры включения в полигон гнездопригодного биотопа, 4 – узкие полосы открытых болот вдоль русел рек, не включаемые в гнездопригодные биотопы, 5 – открытые болота, окруженные со всех сторон агроценозами, 6 – фрагменты открытых болот площадью меньше 0,2 км<sup>2</sup>. В: точки – места стоянок, линии – водные и пешие маршруты

9.1% (41) от общего количества всех болот, но в то же время 76.99% (2341.93 км<sup>2</sup>) от их общей площади.

Расчет численности белой куропатки на модельных болотах (площадки 7–10, 15–17, 20, 24, 28, 29, 33–43) осуществлялся путем экстраполяции данных по плотности белой куропатки с площадок, располагавшихся именно на этих болотах. На площадь остальных болот экстраполировались средние данные, полученные по учету на всех площадках (табл. 1). Это вызвано тем, что экстраполяция средних данных, полученных на площадках на различных по площади болотах, объективно занижает оценку численности, что было доказано по наблюдениям на болоте Пронинском (площадка 8), а экстраполяция данных, полученных на средних и мелких по площади болотах, где плотность куропатки получается довольно высокой, на их площадь несколько завышает оценку численности (см. также результаты регрессионного анализа).

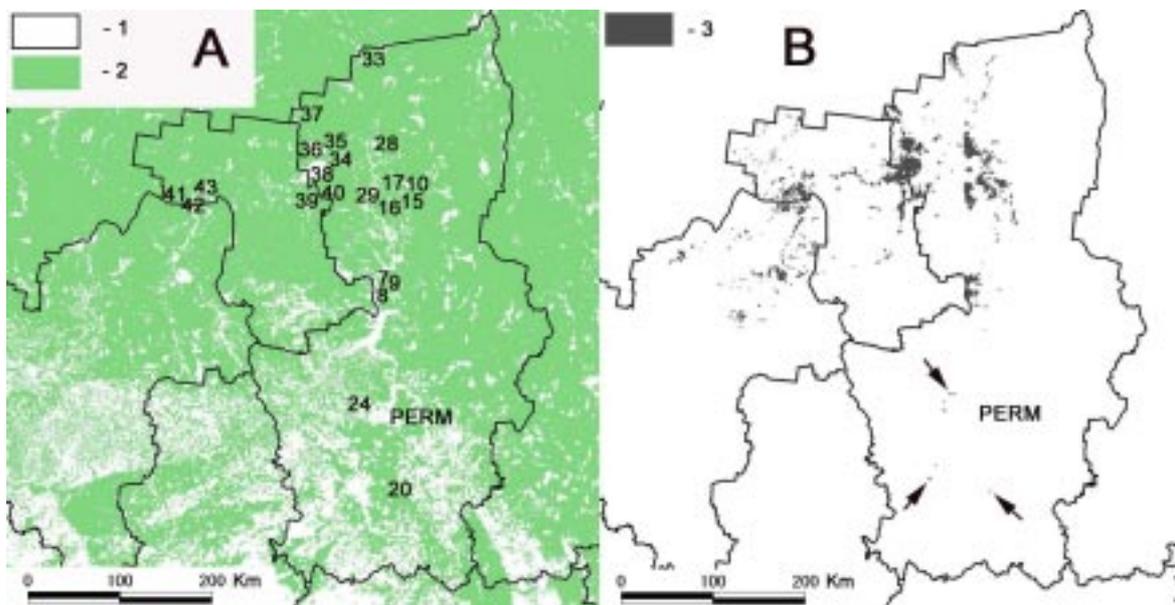


Рис. 3. Карта распределения основных учетных площадок (А) и гнездопригодных для белой куропатки биотопов (В) в Прикамье

1 – границы областей, 2 – лесопокрытые территории, 3 – гнездопригодные для белой куропатки открытые и полукрытые верховые сфагновые болота. На карте А цифрами обозначены учетные площадки, нумерация которых соответствует таковой в таблице 1

## Результаты

### *Распространение и численность*

Белая куропатка на рассматриваемой территории населяет в основном два типа местообитаний – альпийский пояс (горные тундры и луга) и болота различного типа, преимущественно открытые и полуоткрытые. В равнинной части области основная масса гнездящихся куропаток сосредоточена в лесной зоне севернее  $59.00^\circ$  с. ш., где населяет преимущественно открытые верховые сфагновые болота. Южнее  $59.00^\circ$  с. ш. известны изолированные гнездовые группировки на болотах различного типа, включая полуоткрытые переходные и низинные в лесах Оханской и Тулвинской возвышенностей вплоть до  $57.00^\circ$  с. ш. (Карякин, 1998а). В аналогичных биотопах на Уфимском плато в пределах Свердловской, Пермской областей и Республики Башкортостан белая куропатка не обнаружена (Карякин, 1998а, 1998б; Карякин и др., 1999). В феврале 1993 г. 4 белых куропатки наблюдались на Сабарском Увале в долине Уфы и были отнесены к кочующим (Карякин и др., 1999), однако, позже гнездование отдельных пар вида установлено как в заболоченных ивняках поймы р.Уфы, так и на лесостепных болотах Приайской равнины в Башкирии.

Таким образом, в регионе выделяется 3 популяции белых куропаток, географически разобщенных: 1 – Уральская горная, птицы которой населяют альпийский пояс Северного и Среднего Урала, а в зимний период совершают вертикальные кочевки; 2 – самая крупная, лесная равнинная, птицы которой гнездятся преимущественно на болотах, а в зимний период кочуют по открытым и полуоткрытым ландшафтам; 3 – самая мелкая, лесостепная, птицы которой населяют болота изолированных островных лесостепей на юго-востоке рассматриваемой территории, а в зимний период кочуют по прилегающим агроценозам.

Местообитания белой куропатки в горах Урала (на территории Пермской области) имеют площадь  $1206.13 \text{ км}^2$  и удалены от таковых равнинных популяций на 70–80 км. Относительно цельная область гнездования горной популяции белой куропатки имеется лишь на Северном Урале – на юг до  $60.00^\circ$  с. ш. Южнее имеются изоляты численностью в несколько десятков пар в горных тундрах Ослянки и хр. Басеги, удаленные на 60–70 км как друг от друга, так и от основной области размножения белой куропатки на Северном Урале. Плотность белых куропаток в горных тундрах варьирует в широких пределах, от 0.1 до 3.5 пар

(выводков) на  $\text{км}^2$ . Максимальные показатели плотности характерны для горных массивов Кваркуш и Отортен. В среднем по местообитаниям горной популяции плотность составляет 1.5 пары или 0.9 выводков на  $\text{км}^2$ . Исходя из этих показателей, численность горных популяций белой куропатки суммарно оценивается в 1732–1886 пар, в среднем 1809 пар или 1017–1153, в среднем 1085 выводков во второй половине лета (июль – август).

Местообитания белой куропатки в изолированных лесостепях между Уралом и возвышенностями Предуралья на юго-востоке рассматриваемой территории лежат преимущественно в пределах Свердловской области и Башкирии. Здесь гнездопригодные биотопы, которыми являются полуоткрытые низинные болота и заболоченные ивняки в поймах рек, занимают площадь  $247 \text{ км}^2$  и способны вместить при плотности 0.2 пары/ $\text{км}^2$  не более 40–60 пар.

Максимальная площадь и разнообразие местообитаний характерны для белых куропаток, населяющих болота лесной зоны. Именно из этой зоны собран наибольший материал по численности и распространению белой куропатки, поэтому на результатах работы по этой территории следует остановиться подробно.

Плотность белых куропаток, учтенных на площадках, изменялась от 0.5 до  $5.7 \text{ пар}/\text{км}^2$ , составив в среднем  $2.09 \pm 1.5 \text{ пар}/\text{км}^2$  учетной площади ( $0.09$ – $2.09$ , в среднем  $0.62 \pm 0.46 \text{ пар}/\text{км}^2$  общей площади). Максимальная плотность отмечена на крупных открытых кустарничково-сфагновых и кустарничково-пушицево-сфагновых болотах с фрагментами грядово-мочажинных комплексов и заболоченных березняков и ивняков, в особенности по периферии болот. Минимальная плотность отмечена на сильно облесенных болотах, но в то же время еще проходящим по критериям в типичные. Неожиданными оказались довольно высокие показатели плотности ( $1.1$ – $2.3 \text{ пар}/\text{км}^2$ ) для небольших фрагментов открытых участков болот ( $0.21$ – $0.50 \text{ км}^2$ ) среди сфагновых боров (табл. 1, рис. 4).

Общая численность белой куропатки, полученная таким образом, составила 10214–10486 пар, в среднем 10350 пар, из которых 90.4% (9354 пар) гнездится на территории Пермской области на площади болот  $2627.25 \text{ км}^2$  (86.36%).

Около 12% регистраций белой куропатки лежит за пределами типичных гнездовых биотопов, а именно на заболоченных вырубках, низинных болотах и в ивняках по поймам рек, где их числен-

Таблица 1. Плотность белой куропатки на учетных площадках

| № площадки | Длина маршрута, км (L) | Ширина учетной полосы, км (B) | Площадь учетная, км <sup>2</sup> (Su=L*B) | Учетные пары (n) | Обилие, пар/км учетных маршрутов (Dl=n/L) | Плотность, пар/км <sup>2</sup> учетной площади (Du=n/Su) |
|------------|------------------------|-------------------------------|---|------------------|---|--|
| 1          | 14.81                  | 0.15                          | 2.22                                      | 2                | 0.14                                      | 0.90   |
| 2          | 62.50                  | 0.08                          | 5.00                                      | 4                | 0.06                                      | 0.80   |
| 3          | 30.30                  | 0.12                          | 3.64                                      | 4                | 0.13                                      | 1.10   |
| 4          | 18.75                  | 0.10                          | 1.88                                      | 3                | 0.16                                      | 1.60   |
| 5          | 5.85                   | 0.09                          | 0.53                                      | 1                | 0.17                                      | 1.90   |
| 6          | 15.58                  | 0.11                          | 1.71                                      | 6                | 0.38                                      | 3.50   |
| <b>7</b>   | <b>15.41</b>           | <b>0.14</b>                   | <b>2.16</b>                               | <b>11</b>        | <b>0.71</b>                               | <b>5.10</b>  |
| <b>8</b>   | <b>20.59</b>           | <b>0.10</b>                   | <b>2.06</b>                               | <b>7</b>         | <b>0.34</b>                               | <b>3.40</b>  |
| <b>9</b>   | <b>1.08</b>            | <b>0.30</b>                   | <b>0.32</b>                               | <b>1</b>         | <b>0.93</b>                               | <b>3.10</b>  |
| <b>10</b>  | <b>16.16</b>           | <b>0.11</b>                   | <b>1.78</b>                               | <b>8</b>         | <b>0.49</b>                               | <b>4.50</b>  |
| 11         | 24.00                  | 0.05                          | 1.20                                      | 3                | 0.13                                      | 2.50   |
| 12         | 7.94                   | 0.21                          | 1.67                                      | 2                | 0.25                                      | 1.20   |
| 13         | 18.10                  | 0.13                          | 2.35                                      | 4                | 0.22                                      | 1.70   |
| 14         | 39.68                  | 0.09                          | 3.57                                      | 5                | 0.13                                      | 1.40   |
| <b>15</b>  | <b>76.39</b>           | <b>0.12</b>                   | <b>9.17</b>                               | <b>11</b>        | <b>0.14</b>                               | <b>1.20</b>  |
| <b>16</b>  | <b>12.90</b>           | <b>0.10</b>                   | <b>1.29</b>                               | <b>4</b>         | <b>0.31</b>                               | <b>3.10</b>  |
| <b>17</b>  | <b>34.55</b>           | <b>0.12</b>                   | <b>4.15</b>                               | <b>17</b>        | <b>0.49</b>                               | <b>4.10</b>  |
| 18         | 19.61                  | 0.09                          | 1.76                                      | 3                | 0.15                                      | 1.70   |
| 19         | 55.56                  | 0.07                          | 3.89                                      | 7                | 0.13                                      | 1.80   |
| <b>20</b>  | <b>7.69</b>            | <b>0.13</b>                   | <b>1.00</b>                               | <b>1</b>         | <b>0.13</b>                               | <b>1.00</b>  |
| 21         | 16.67                  | 0.06                          | 1.00                                      | 1                | 0.06                                      | 1.00   |
| 22         | 88.89                  | 0.09                          | 8.00                                      | 4                | 0.04                                      | 0.50   |
| 23         | 9.09                   | 0.20                          | 1.82                                      | 6                | 0.66                                      | 3.30   |
| <b>24</b>  | <b>5.56</b>            | <b>0.15</b>                   | <b>0.83</b>                               | <b>1</b>         | <b>0.18</b>                               | <b>1.20</b>  |
| 25         | 8.52                   | 0.22                          | 1.88                                      | 3                | 0.35                                      | 1.60   |
| 26         | 17.05                  | 0.16                          | 2.73                                      | 3                | 0.18                                      | 1.10   |
| 27         | 19.48                  | 0.07                          | 1.36                                      | 6                | 0.31                                      | 4.40   |
| <b>28</b>  | <b>18.60</b>           | <b>0.10</b>                   | <b>1.86</b>                               | <b>8</b>         | <b>0.43</b>                               | <b>4.30</b>  |
| <b>29</b>  | <b>88.89</b>           | <b>0.12</b>                   | <b>10.67</b>                              | <b>16</b>        | <b>0.18</b>                               | <b>1.50</b>  |
| 30         | 5.05                   | 0.12                          | 0.61                                      | 2                | 0.40                                      | 3.30   |
| 31         | 13.64                  | 0.20                          | 2.73                                      | 3                | 0.22                                      | 1.10   |
| 32         | 26.79                  | 0.14                          | 3.75                                      | 3                | 0.11                                      | 0.80   |
| <b>33</b>  | <b>4.78</b>            | <b>0.19</b>                   | <b>0.91</b>                               | <b>5</b>         | <b>1.04</b>                               | <b>5.50</b>  |
| <b>34</b>  | <b>11.36</b>           | <b>0.08</b>                   | <b>0.91</b>                               | <b>2</b>         | <b>0.18</b>                               | <b>2.20</b>  |
| <b>35</b>  | <b>33.33</b>           | <b>0.12</b>                   | <b>4.00</b>                               | <b>6</b>         | <b>0.18</b>                               | <b>1.50</b>  |
| <b>36</b>  | <b>20.15</b>           | <b>0.13</b>                   | <b>2.62</b>                               | <b>11</b>        | <b>0.55</b>                               | <b>4.20</b>  |
| <b>37</b>  | <b>7.52</b>            | <b>0.07</b>                   | <b>0.53</b>                               | <b>3</b>         | <b>0.40</b>                               | <b>5.70</b>  |
| <b>38</b>  | <b>49.56</b>           | <b>0.14</b>                   | <b>6.94</b>                               | <b>34</b>        | <b>0.69</b>                               | <b>4.90</b>  |
| <b>39</b>  | <b>14.42</b>           | <b>0.13</b>                   | <b>1.87</b>                               | <b>9</b>         | <b>0.62</b>                               | <b>4.80</b>  |
| <b>40</b>  | <b>15.15</b>           | <b>0.09</b>                   | <b>1.36</b>                               | <b>3</b>         | <b>0.20</b>                               | <b>2.20</b>  |
| <b>41</b>  | <b>16.67</b>           | <b>0.20</b>                   | <b>3.33</b>                               | <b>2</b>         | <b>0.12</b>                               | <b>0.60</b>  |
| <b>42</b>  | <b>14.29</b>           | <b>0.14</b>                   | <b>2.00</b>                               | <b>5</b>         | <b>0.35</b>                               | <b>2.50</b>  |
| <b>43</b>  | <b>19.44</b>           | <b>0.10</b>                   | <b>1.94</b>                               | <b>7</b>         | <b>0.36</b>                               | <b>3.60</b>  |
| 44         | 9.09                   | 0.20                          | 1.82                                      | 2                | 0.22                                      | 1.10   |
| 45         | 3.70                   | 0.30                          | 1.11                                      | 1                | 0.27                                      | 0.90   |
| 46         | 6.25                   | 0.40                          | 2.50                                      | 4                | 0.64                                      | 1.60   |
| 47         | 27.97                  | 0.11                          | 3.08                                      | 4                | 0.14                                      | 1.30   |
| Среднее±SD | 22.75±20.93            | 0.14±0.07                     | 2.63±2.19                                 | 5.49±5.61        | 0.24±0.41                                 | 2.09±1.50  |
| Сумма      | 1069.37                |                               | 123.49                                    | 258              |   |  |
| Пределы    | 1.08-88.89             | 0.05-0.40                     | 0.32-10.67                                | 1-34             | 0.04-1.04                                 | 0.50-5.70  |

ность рассчитать объективно невозможно. Однако, учитывая общую численность на болотах, можно предположить, что в таких биотопах гнездится 1226–1258, в среднем 1242 пар белых куропаток, 1093–1125, в среднем 1109 из которых – на территории Пермской области.

Таким образом, общая численность белой куропатки в Прикамье в весенний период и начале лета может быть оценена в 11440–11744, в среднем 11592 пар, из которых 10354–10572, в среднем 10463 пар гнездятся в Пермской области.

Общая численность белой куропатки в регионе в весенний период и начале лета может быть оценена в 13212–13690, в среднем 13461 приступающих к размножению пар, из которых 12120–12424, в среднем 12272 пар приступают к размножению в Пермской области.

Имеющиеся данные по разнице плотности пар (токующих самцов) в весенний период и выводков во второй половине лета ( $n=25$ ) позволяют сде-

лать заключение, что численность размножающихся белых куропаток на болотах Прикамья сокращается на 10.0–33.2, в среднем  $20.18 \pm 6.32\%$ . Это в 2 раза меньше, чем в горах Северного Урала (см. выше), где показатели сокращения репродуктивной части популяции с весны к концу лета варьируют от 29.7 до 67.7, составляя в среднем  $40.04 \pm 8.68\%$  ( $n=15$ ). Связано это, скорее всего, с более суровыми природными условиями (частые возвраты холодов вплоть до середины июня, обильные осадки и т. п.) и большим прессом хищников (см. ниже) в горах.

Несмотря на то, что белые куропатки в основном моногамны и образуют пары на период размножения, для некоторых птиц отмечена полигамия. В большинстве случаев наблюдалась агрессия самца к чужим самкам, но в некоторых случаях самцы относились индифферентно к чужим самкам на своих участках. В частности на болоте Пронинское на участке территориального самца в конце мая было обнаружено 2 гнезда с насиживающими самками в 100 и 50 м от токовой точки самца. Спаривание самцов с несколькими

Таблица 2. Результаты экстраполяции учетных данных, полученных на площадках

| №   | Название болота   | Учетные пары | Плотность, пар/км <sup>2</sup> | Площадь болота, км <sup>2</sup> | Численность, пары |
|---|-------------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 7   | Тартанова Грива   | 11           | 5.1                            | 72.00                           | 367               |
| 8   | Пронинское        | 7            | 3.4                            | 44.98                           | 153               |
| 9   | Большое           | 1            | 3.1                            | 5.52                            | 17                |
| 10  | Гагаринское       | 8            | 4.5                            | 67.89                           | 306               |
| 15  | Мосьвинское       | 11           | 1.2                            | 33.53                           | 40                |
| 16  | Итковское         | 4            | 3.1                            | 18.68                           | 58                |
| 17  | Дорыш             | 17           | 4.1                            | 122.17                          | 501               |
| 20  | Тулвинское        | 1            | 1.0                            | 2.68                            | 3                 |
| 24  | Краснокамское     | 1            | 1.2                            | 1.33                            | 1                 |
| 28  | Камгортекое       | 8            | 4.3                            | 218.00                          | 937               |
| 29  | Редикорское       | 16           | 1.5                            | 160.97                          | 241               |
| 33  | Тумское-Зеповское | 5            | 5.5                            | 59.99                           | 330               |
| 34  | Касьяна           | 2            | 2.2                            | 10.81                           | 24                |
| 35  | Ошлобское         | 6            | 1.5                            | 55.73                           | 84                |
| 36  | Бызим             | 11           | 4.2                            | 174.21                          | 732               |
| 37  | Молог-Куш         | 3            | 5.7                            | 52.08                           | 297               |
| 38  | Дикое             | 34           | 4.9                            | 501.92                          | 2459              |
| 39  | Ыдязидюр          | 9            | 4.8                            | 109.28                          | 525               |
| 40  | Сосновское        | 3            | 2.2                            | 65.0                            | 143               |
| 41  | Топкое            | 2            | 0.6                            | 3.78                            | 2                 |
| 42  | Адовское          | 5            | 2.5                            | 47.18                           | 118               |
| 43  | Верхнечугрумское  | 7            | 3.6                            | 91.87                           | 331               |
| <b>Всего</b>  |                   |              |                                |                                 | 7669              |
| Расчет по средней плотности ( $n=22$ )                      |                   | 172          | $3.2 \pm 1.6$                  | 1919.6                          | 6125              |
| Расчет по средней плотности по большим площадкам ( $n=36$ ) |                   | 258          | $2.4 \pm 1.5$                  | 1919.6                          | 4607              |

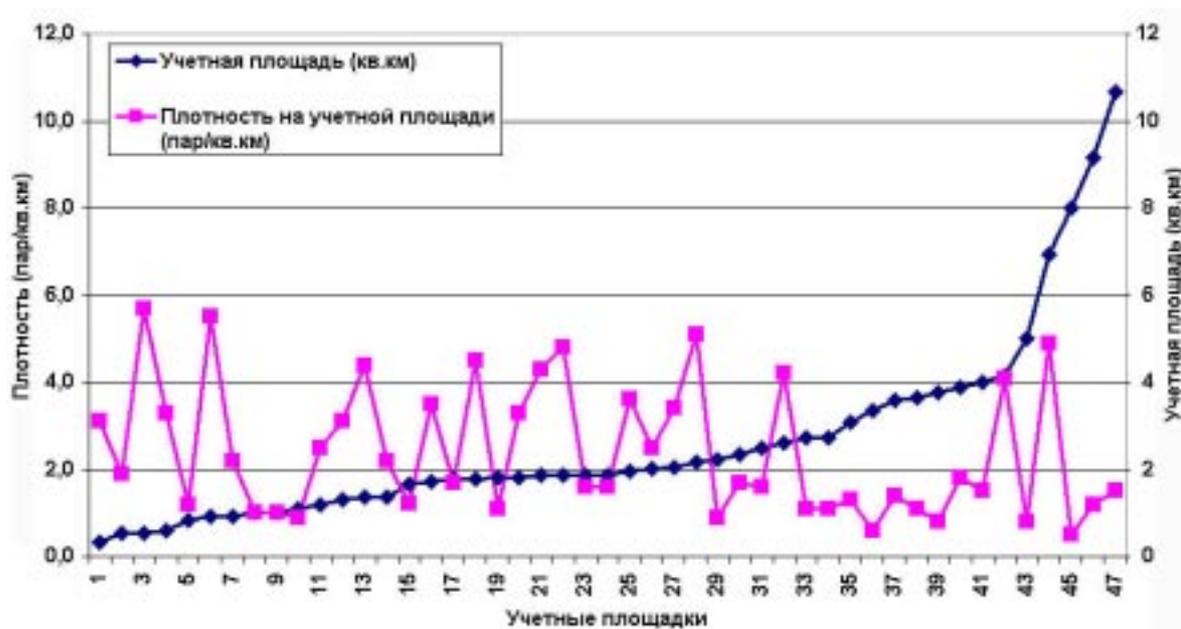


Рис. 4. Связь показателей плотности белой куропатки с размером учетной площадки

самками наблюдалось на болоте Большое в ходе многодневных наблюдений за болотом (преимущественно за гнездом беркута *Aquila chrysaetos* L. на краю лесного острова) из засидки, устроенной на сосне. В последнем случае спаривание регистрировалось также в 100-метровом буфере вокруг токовой точки самца. Несколько самок на участках токующих самцов отмечались 7 раз в ходе площадочных учетов и 5 раз – на маршрутах. Тем не менее, количество выводков, зарегистрированных на площадках, было всегда достоверно меньше, чем токующих самцов.

Общую численность белой куропатки на болотах во второй половине лета можно оценить в 9131–9374, в среднем 9253 выводков, из которых 8265–8439, в среднем 8352 выводка – в Пермской области. Видимо, близкие показатели имеют и лесостепные популяции. В целом по региону, с учетом горных и лесостепных популяций, общая численность размножающихся белых куропаток во второй половине лета может быть оценена в 10180–10575, в среднем 10378 выводков (9282–9592, в среднем 9437 выводков – в Пермской области).

В кладках белых куропаток в Пермской области ( $n=37$ ) 4–13, в среднем  $9.0 \pm 1.77$  яиц. В соседней Свердловской области ( $n=27$ ) – 5–13, в среднем 9.5 яиц (Карякин и др., 1999). В выводках в Пермской области ( $n=93$ ) – 1–11, в среднем  $4.85 \pm 2.18$  птенцов. Столь низкое количество птенцов в выводках связано с тем, что в основном в расчет попали регистрации выводков во второй половине лета, когда они более заметны и молодые более доступны для подсчета. В начале лета

подсчет числа птенцов в выводках более сложен, особенно на болотах с развитыми кустарничками. В начале лета ( $n=22$ ) количество птенцов в выводках составляет 1–11, в среднем  $6.14 \pm 2.49$ , в конце лета ( $n=71$ ) – 1–11, в среднем  $4.45 \pm 1.92$ . В соседней Свердловской области в выводках ( $n=85$ ) 3–11, в среднем 5.9 птенцов: 7.8 птенцов в середине лета и 4.0 в конце лета (Карякин и др., 1999).

Учитывая среднее количество птенцов в выводках, численность белой куропатки на рассматриваемой территории во второй половине лета можно оценить в 59555–61863 особей, в среднем 60709 особей (в Пермской области – 54297–56111, в среднем 55204 особей).

Осенне-зимние учеты на Камском стационаре (болото Пронинское) и эпизодические встречи птиц на зимних маршрутах в разных районах Пермской области позволяют сделать заключение о том, что в течение осени и начала зимы количество регистраций падает еще на  $30.6 \pm 14.2\%$  ( $12.5–55.5$ ,  $n=9$ ) по сравнению со второй половиной лета. В то же время количество птиц в группах увеличивается за счет объединения выводков на крупных болотах в среднем до  $7.1 \pm 6.84$  особей (1–29,  $n=34$ ).

Учитывая вышеприведенные данные, можно оценить численность белой куропатки в регионе в начале зимы в 49823–51657, в среднем 50740 особей (в Пермской области – 45334–46745, в среднем 46040).

По наблюдениям на болоте Пронинском, в течение зимы численность белой куропатки падает на 23.7% (в то же время отход птиц в 2 раза мень-

ше, чем в летний период и осенью, который в сумме составляет 50.8%). Если взять за основу данные, полученные на болоте Пронинское, то можно считать, что численность белых куропаток в регионе к весне составляет 38015–39414, в среднем 38715 особей (в Пермской области – 34519–35667, в среднем 35128 особей) или 13212–13690, в среднем 13461 пар приступающих к размножению и 5796–6017, в среднем 5896 особей, не участвующих в размножении.

Запас свободных особей на начало гнездового сезона составляет около 15%. Это довольно абстрактная цифра, которая практически всегда выпадает из учетов вследствие того, что весной учитываются преимущественно токующие самцы.

Предыдущая оценка численности белой куропатки в Пермской области [8000–10000 пар – в гнездовой период и 30000–50000 особей – в зимний период (Карякин, 1998а)] была основана на расчете средних данных (пар и выводков за весь летний период и особей в зимний период), полученных на площадках и на маршрутах. Численность в гнездовой период на болотах составила в среднем 7301 пар, в горных тундрах – 1705 пар, без учета нетипично гнездящихся птиц и при погрешности в 22.2% была несколько ниже (на 4.6%) по сравнению с современной оценкой численности, что, впрочем, находится в пределах погрешности. Таким образом, современная оценка численности белой куропатки в гнездовой период (погрешность 3.9%) более точна, а некоторое увеличение итоговых цифр вызвано не ростом численности вида в регионе, а более тщательным подходом к экстраполяции учетных данных.

#### *Анализ учетных данных*

В целом по региону численность белой куропатки положительно коррелирует с площадью открытых и полуоткрытых болот (коэффициент корреляции 0.97).

Регрессионный анализ показывает линейную зависимость между плотностью белой куропатки на учетной площади и общей площадью болот, на которых велся учет [ $2.66 \pm 0.41$  ( $B \pm SE$ ),  $t = 6.52$ ,  $r = 0.42$ ,  $F = 4.28$ ,  $R^2 = 0.18$ ,  $P < 0.0001$ ]. При этом наблюдается обратная зависимость между плотностью белой куропатки на учетной площади и суммарной площадью площадок ( $2.77 \pm 0.32$ ,  $t = 8.68$ ,  $r = 0.23$ ,  $F = 2.59$ ,  $R^2 = 0.05$ ,  $P < 0.0001$ ).

Таким образом, плотность белой куропатки на площадках увеличивается с уве-

личением площади болот, в то же время при большой учетной площади показатели плотности снижаются за счет неизбежно возникающего пропуска птиц и усталости учетчика. В целом данные учетов статистически достоверны.

Основной ресурс прикамской популяции белой куропатки, а именно 84.0% (8691 пара), сосредоточен на 9.1% болот общей площадью 2341.93 км<sup>2</sup>. Таким образом, ровно половина всех белых куропаток, населяющих болота Прикамья, сосредоточена на 6 болотах Верхней Камы, площадь которых чуть более 40% от общей площади болот (рис. 5). В то же время, практически все болота малой площади, которые посещались в ходе экспедиций, были населены белой куропаткой. Проведенные исследования показывают, что 402 пары белых куропаток (2.5%) гнездятся по 1–3 пары на 259 болотах (57.4%), общей площадью 169.4 км<sup>2</sup> (5.6%) (рис. 6).

#### *Лимитирующие факторы в связи с особенностями биологии*

В начале зимы белые куропатки концентрируются на крупных по площади болотах, собираясь на них со всех окрестных территорий. На территориях, где крупные болота отсутствуют, белая куропатка откочевывает в поймы рек. Откочевка белых куропаток с мест гнездования на небольших по площади болотах в поймы рек или на крупные болота вызвана, скорее всего, недостатком корма. На малых по площади болотах меньше запас ивы и березы и глубже снежный покров,



Рис. 5. Численность белой куропатки на крупных комплексах болот Верхней Камы и Нижней Вишеры, показывающая распределение основного ресурса вида

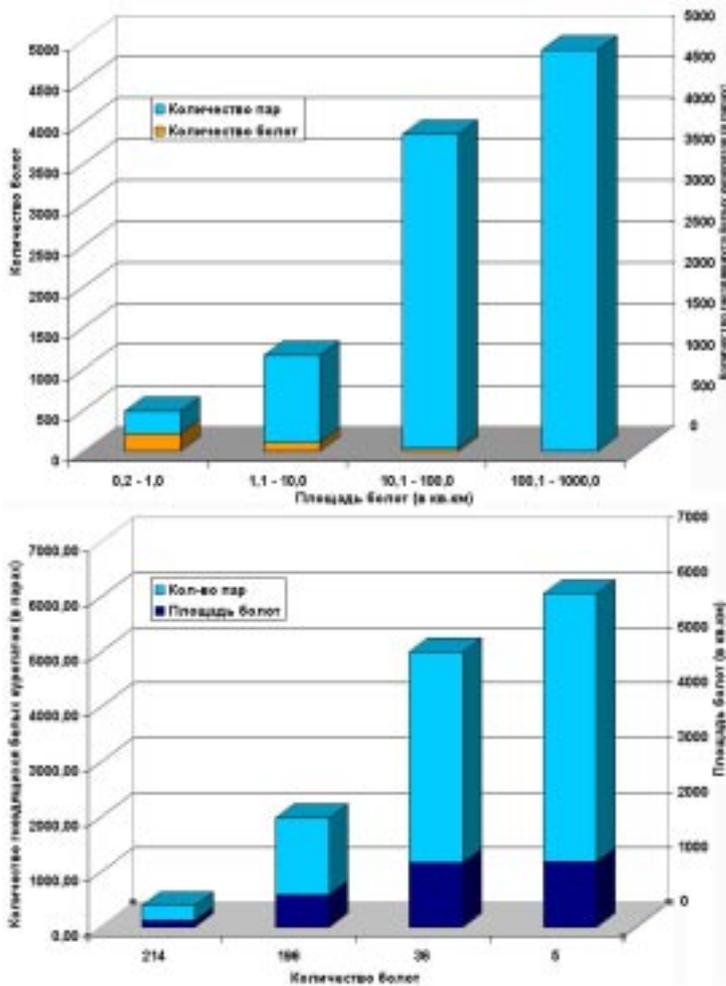


Рис. 6. Распределение белой куропатки по болотам Прикамья

что делает невозможной полноценную кормежку в течение всего зимнего периода. Наиболее интенсивные кочевки наблюдаются в ноябре – декабре. Их максимальная протяженность не известна, однако, имеются факты встречи белой куропатки в зимний период вплоть до долины р. Белой в Башкирии (Л. А. Едренкина, личное сообщение), что южнее мест изолированного гнездования на 150–200 км и южнее области основного гнездования на 400 км. По наблюдениям на болоте Пронинское, численность белой куропатки начинает постепенно возрастать с конца лета за счет концентрации птиц с мелких окрестных болот, однако, существенного ее роста, который бы предполагал откочевку птиц с севера, за 10-летний период не зарегист-

рировано ни разу. Здесь ежегодно зимует от 455 до 765 особей. Интересно и то, что белая куропатка не регистрируется в зимний период на полях и пастбищах, располагающихся в четырех км западнее болота на противоположном берегу водохранилища, хотя для тетерева (*Lyrurus tetrix* L.) такие кочевки зарегистрированы. Это позволяет предположить, что в регионе ежегодно широко кочуют птицы лишь южных гнездовых группировок, которые испытывают явный лимит мест, благоприятных для переживания зимы, таких, какими являются крупные верховые болота. Инвазии же, которые, впрочем, бывают редко, видимо, характерны для северных популяций белых куропаток.

Обитая преимущественно на открытых верховых сфагновых болотах (или в горных тундрах), белая куропатка занимает специфическую нишу среди куриных, избегая таким образом конкуренции с другими представителями семейства. В таких местообитаниях ее численность выше, чем численность тетерева и глухаря (*Tetrao urogallus* L.) в 3–6 и 6–12 раз соответственно. При увеличении облесенности болот или мозаичности открытых участков численность белой куропатки падает пропорционально увеличению численности

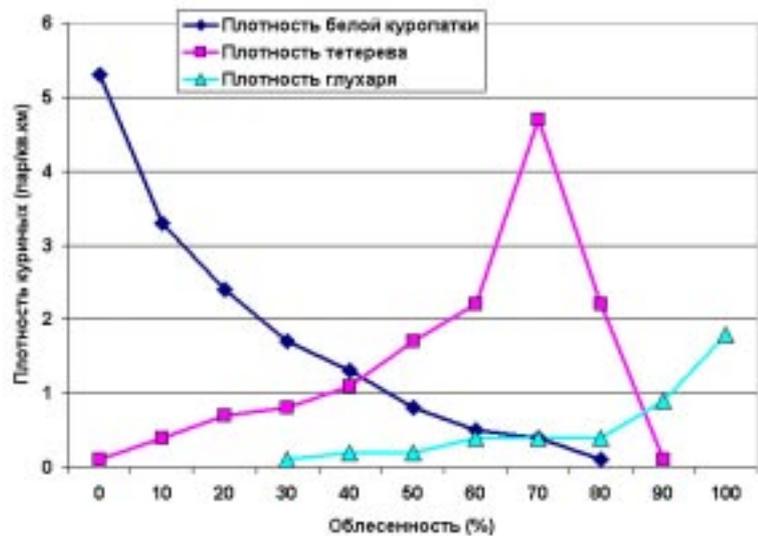


Рис. 7. Зависимость плотности белой куропатки, тетерева и глухаря от облесенности болот

тетерева, причем ее оптимум лежит именно на открытых болотах с облесенностью до 30% (рис. 7).

Интересно, что на болотах с облесенностью около 30% с умеренно низкой численностью гнездятся все три вида куриных (белая куропатка, тетерев и глухарь), биомасса которых в сумме приближается к таковой в типичных для каждого вида биотопах, где один из видов доминирует. Именно на таких участках болот происходит максимальное изъятие белой куропатки беркутом в гнездовой период, для которого болота в таежной зоне Прикамья являются основными охотничьими биотопами. Доля белой куропатки, гнездящейся на болотах Прикамья, в питании беркута положительно коррелирует (коэффициент корреляции = 0.95) с облесенностью болот на гнездовых территориях беркута [ $0.857 \pm 0.089 (B \pm SE), r = 0.951, F = 57.078, R^2 = 0.905, P = 0.00007$ ] при отрицательной корреляции между плотностью белой куропатки и облесенностью болот (коэффициент корреляции = -0.63) и положительной корреляции между плотностью белой куропатки и площадью болот (коэффициент корреляции = 0.49).

В целом по зоне в летнем питании беркута ( $n=8$ ) белая куропатка составляет 1–2, в среднем  $1.44 \pm 0.35\%$  (при плотности на гнездовых территориях беркута 1.5–4.9, в среднем  $3.44 \pm 1.09$  пар/км<sup>2</sup>). При близкой гнездовой плотности тетерева и глухаря на гнездовых территориях беркута доля последних в питании беркута на этих гнездовых территориях составляет  $28.48 \pm 13.60$  и  $13.19 \pm 10.04\%$ , что выше в 20 и 9 раз, соответственно (рис. 8). Единственной территорией, где беркутом изымается довольно высокий процент белых куропаток являются горы Северного Урала: 16.4% – хр. Березовый Камень (Карякин, 1998а), 17.9% – хр. Кваркуш.

Тетеревятник (*Accipiter gentilis* L.) летом также добывает белую куропатку, но в еще меньшем количестве, чем беркут. По наблюдениям на болоте Пронинском (учетная площадка 8) доля в питании тетеревятника в 1994–97 гг. белой куропатки составила 0.6, глухаря – 2.0 и тетерева – 4.6% (Карякин, 1998а).

Пожалуй, вторым по добыче белой куропатки хищником можно считать филина (*Bubo bubo* L.), в питании которого ее доля составляет 1.2% на Северном Урале и 1.0% – на болотах Прикамья (Карякин, 1998а).

В осенне-зимний период добыча пернатыми хищниками белой куропатки возрастает, но незначительно. По наблюдениям на болотах Пронинское и Большое беркут, тетеревятник и филин в этот период добывают 5.5, 1.5 и 2.2% белых куропаток, соответственно (доля от общего количества добычи по данным анализа поедой и погадок).

Охота, по-видимому, является главным фактором, лимитирующим широкое распространение белой куропатки по гнездопригодным болотам малой площади или массивам мозаичных болот, расположенным близ автодорог и населенных пунктов. Радиус буферной зоны вокруг дорог глав-

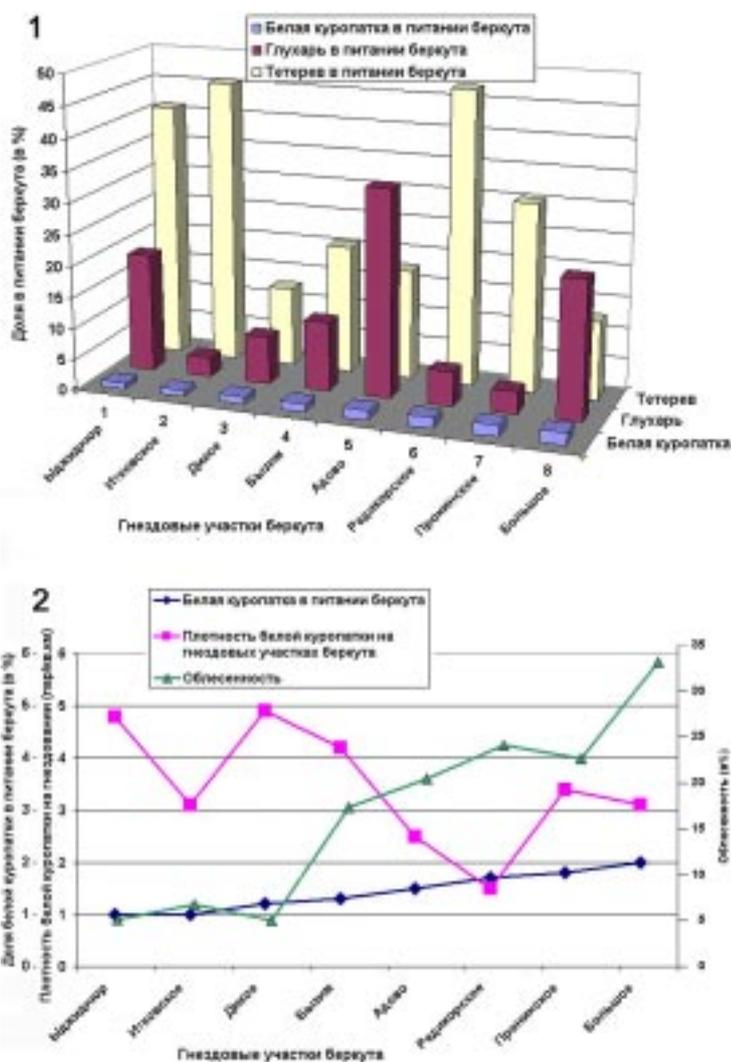


Рис. 8. Доля белой куропатки, глухаря и тетерева в питании беркута на болотах Прикамья (1) и соотношение доли белой куропатки в питании беркута, ее плотности на гнездовых территориях беркута и облесенности болот в пределах гнездовых территорий беркута (2)

ного пользования ( $n=84$ ) и населенных пунктов ( $n=37$ ), в которой белая куропатка отсутствует в гнездопригодных биотопах, составляет в среднем  $5.41 \pm 3.0$  (1.4–15.6) и  $8.43 \pm 3.82$  (3.3–20.8) км соответственно. Косвенно на это же может указывать и максимальная численность вида именно на крупных труднопроходимых болотах, удаленных от дорог и населенных пунктов. Известны случаи полного уничтожения белой куропатки в результате охоты на боровую дичь на некоторых небольших по площади болотах близ Чермоза, Березников и Соликамска, где птицы гнездились по 2–3 пары. Во всех известных случаях птицы выбивались в период начала кочевки выводков еще до их объединения в группы на крупных по площади болотах. На крупных болотах белая куропатка практически не страдает от пресса охоты, что нельзя сказать о птицах южной периферии ареала, которые зимуют преимущественно в агроценозах и поймах рек и из-за меньшей пугливости по сравнению с тетеревом в первую очередь попадают под выстрел.

## Выводы

### Подвиды

Учитывая разницу в стереотипах гнездования можно предположить, что горные популяции принадлежат к северному подвиду (*Lagopus lagopus koreni*), лесостепные – к западносибирскому (*L. l. major*), а лесную зону Прикамья населяет либо номинативный (*L. l. lagopus*), либо среднерусский подвид (*L. l. rossicus*). Граница между подвидами не может проходить по Верхней Каме по ряду причин. Во-первых, существование цельной, к тому же крупнейшей в регионе популяции, как раз на предполагаемой границе между подвидами противоречит биологическим законам. Во-вторых, в пределах предполагаемой области обитания среднерусского подвида слишком мала площадь гнездопригодных биотопов, к тому же, разделенных большими лесными пространствами и агроценозами, и, как следствие, низка численность, не способная обеспечить жизнеспособность самостоятельного таксона.

Можно предположить, что среднерусская белая куропатка населяла болота южной тайги южнее области, очерченной на рисунке 1. Но границу между ней и номинативным подвидом по типу местообитаний и характеру гнездовых группировок провести невозможно даже условно. Учитывая то, что основной ресурс вида в Прикамье сосредоточен на болотах Верхней Камы, вряд ли

правомочно говорить о самостоятельности подвиговой принадлежности птиц, гнездящихся по несколько пар в изолятах на южном пределе распространения. При длительном существовании этих группировок их подвиговая специфичность, если таковая имела место, должна была нивелироваться мигрантами с северных очагов, учитывая, что вся зона южной тайги и северной лесостепи входит в пределы вероятных кочевок белой куропатки.

В южной тайге и сейчас имеются изоляты (рис. 2), в которых белая куропатка гнездится отдельными парами, а общая численность вряд ли превышает 100 пар. Однако крупных площадей болот в этой зоне нет, а площадь тех, что есть, существенно не изменилась за последние 100 лет и половина из существующих болот поддерживается в близком к естественному состоянию. Их емкость (если отбросить влияние антропогенных факторов) способна вместить не более 400 пар белых куропаток. Из этого можно сделать заключение, что здесь белая куропатка всегда была редка. Таким образом, в южной тайге Прикамья, видимо, никогда не было крупных популяций вида, а, следовательно, вряд ли правомочно говорить о существенном сокращении численности белой куропатки на этой территории и фрагментации ареала до той степени, которая наблюдается сейчас. Вполне вероятно, что популяции болот, ныне населенных белой куропаткой, расположенных южнее основной области ее гнездования, поддерживаются, как и ранее, за счет эпизодических зимних инвазий и могут существовать длительное время лишь при отсутствии охотничьего пресса со стороны человека.

Наиболее реальными выглядят две гипотезы того, какой подвид населяет Прикамье.

Первая гипотеза. Среднерусская белая куропатка была распространена на запад до Волго-Окского междуречья, где и сейчас регистрируются отдельные случаи встреч выводков вплоть до Балахнинской низменности (Герасимов и др., 2000). Нижегородское Заволжье, вероятно, являлось зоной интерградации среднерусского и номинативного подвигов. По мнению С. В. Бакка (личное сообщение), после уничтожения болотных комплексов в 50-х гг. в радиусе 30 км от Нижнего Новгорода и исчезновения здесь белой куропатки (Шиян и др., 2003), подпитка сохранившейся группировки на Камско-Бакалдинских болотах особями из Балахнинской низменности прекратилась, и группировка поддерживалась лишь за счет дисперсии с севера особой номинативного подвида. В итоге и она прекратила свое существование к 80-

90-м годам XX века после исчезновения белой куропатки на болотах севера Нижегородской области (Шиян и др., 2003). В соответствии с этой гипотезой, все случаи гнездования белой куропатки на болотах в южной тайге (на юг до Волги, низовьев Камы и долины Белой в пределах Нижегородской, Кировской, Пермской областей и республик Марий-Эл, Татарстан, Удмуртия и Башкортостан), и тем более в средней тайге, следует относить к таковым номинативного подвида (*L. l. lagopus*).

Вторая гипотеза. Среднерусская белая куропатка населяет всю территорию южной и средней тайги Восточно-Европейской равнины до предгорий Урала включительно, т. е. всю территорию равнинной части лесной зоны региона (Коблик и др., 2006), а зона интерградации с номинативным подвидом лежит гораздо севернее региона (как минимум в северной части бассейна Вычегды). В соответствии с этой гипотезой, все случаи гнездования белой куропатки следует относить к таковым среднерусского подвида (*L. l. rosicus*), а всю территорию Верхней Камы считать одним из основных резерватов подвида в бассейне Волги в целом.

Так или иначе, вопрос о подвидовой принадлежности белых куропаток, населяющих болота Прикамья, а, следовательно, и изолированные болота в Кировской области западнее рассматриваемой территории, на южном пределе гнездового ареала вида, остается открытым. Однозначно можно утверждать, что всю территорию лесной зоны равнинной части региона населяет один подвид белой куропатки.

### Ареал

В начале XX века гнездовой ареал белой куропатки проходил по Оке, Волге, низовьям Камы и Белой (Флинт и др., 1968), однако к 70-м гг. численность на южном пределе существенно сократилась и граница гнездового ареала сдвинулась на север к верховьям Унжи, Вятки и Камы (Потапов, 1985). Во второй половине XX века белая куропатка исчезла на гнездовании на большей части Нижегородского Заволжья (Шиян и др., 2003), в Республике Марий-Эл (Копылов и др., 2003), Татарии (Аськеевы, 1999), в Башкирском Предуралье и на Южном Урале (Карякин, 1998б), но продолжает встречаться на зимних кочевках вплоть до прежней южной границы гнездового ареала (Карякин, 1998а, 1998б; Аськеевы, 1999; Копылов и др., 2003; Шиян и др., 2003).

Наши данные показывают, что современная граница основного гнездового ареала вида в За-

волжье лежит в 350–400 км севернее долины Волги, низовьев Камы и Белой (рис. 9), хотя некоторое количество пар (менее 10%) гнездится на болотах южной тайги на юг до 57.00° с. ш.

### Численность

Расчеты показали, что численность белой куропатки на исследованной территории в зависимости от сезона изменяется в пределах 38015–61863 особей, а репродуктивная часть популяции оценивается в 13212–13690 пар, приступающих к размножению.

Флуктуации численности не изучены, т. к. объемных ежегодных учетов белой куропатки на территории региона никто не проводил, однако, по наблюдениям на стационаре можно предполагать, что они не более 30%.

Масштабы сокращения численности во второй половине XX века не известны. Однако, учитывая среднюю плотность белой куропатки в гнездопригодных биотопах и общую площадь болот (включая освоенные человеком), где вид исчез, и площадь болот, где вид гнездится в настоящее время между 55.00° и 62.00° с. ш., можно говорить о сокращении численности на 2–5 % при более чем 2-кратном сокращении площади ареала.

Довольно высокие показатели плотности белой куропатки на гнездовании на небольших фрагментах открытых участков болот среди сфагновых боров подтверждают гипотезу о том, что белая куропатка может достаточно успешно гнездиться на кластерных болотах в тайге, занимая гнездопригодные участки малой площади.

Для вида (или как минимум подвида, населяющего лесную зону) характерна фрагментированность ареала из-за его приуроченности к открытым и полукрытым болотам, которые никогда не образуют в лесной зоне сообщающихся систем, как в лесотундре. При этом изолированные гнездовые группировки вида численностью до десятка пар достаточно благополучно существуют в локальных пригодных биотопах, удаленных на сотни километров от основных мест гнездования (удаленность Осинской и Тулвинской гнездовых группировок численностью несколько пар от крупных массивов болот, где белая куропатка гнездится в большом количестве, составляет 200–300 км).

Максимальные по численности гнездовые группировки характерны для крупных сфагновых болот и одно какое-нибудь крупное болото или система более мелких болот может стать ядром региональной популяции вида, что достаточно хорошо показано на рисунке 6.

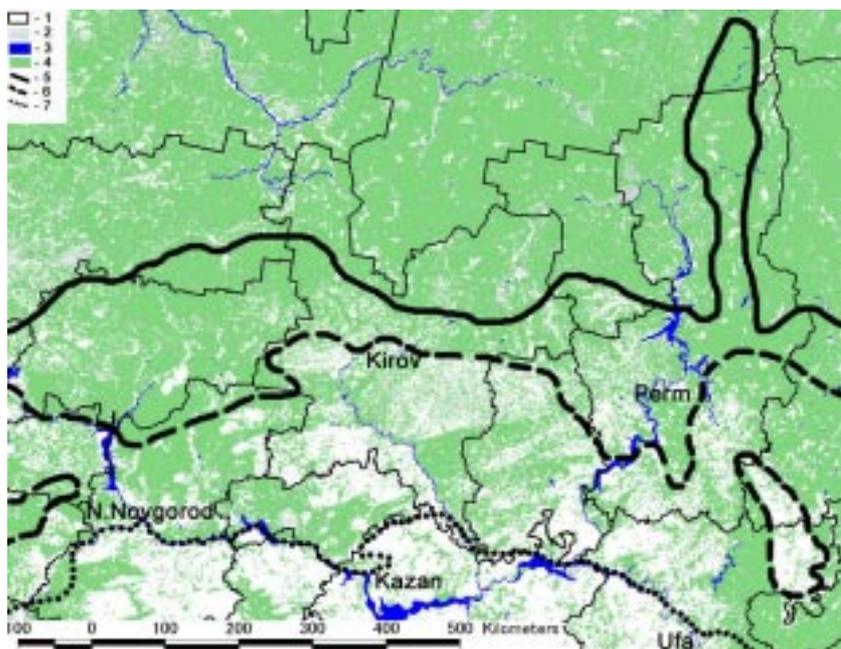


Рис. 9. Распространение белой куропатки в Волго-Уральском регионе

1 – границы областей и республик, 2 – болота, 3 – водохранилища и крупные реки, 4 – леса, 5 – современная южная граница основной области гнездования белой куропатки, 6 – современная южная граница гнездования отдельных пар белой куропатки, 7 – южная граница гнездового ареала белой куропатки в начале XX века и современная южная граница области зимних кочевок

Именно сохранение таких ядер является фактором, определяющим благополучие вида в Прикамье. Если южная граница гнездового ареала сдвинется еще севернее на 100–200 км за счет исчезновения изолятов в южной тайге, популяции вида в регионе существенно не пострадают. В то же время, уничтожение какого-либо одного крупного комплекса болот на Верхней Каме или усиление на них негативно влияющих факторов может привести к катастрофическим для вида последствиям.

#### *Лимитирующие факторы*

Из тетеревиных белая куропатка испытывает наименьший пресс пернатых хищников. Обнаружена зависимость высокой доли белой куропатки в добыче беркута от степени облесенности болот: чем больше степень облесенности болот, тем больше на них беркут добывает белых куропаток. Тетеревятник же вообще добывает белых куропаток исключительно в сфагновых борах, т. е. за пределами их типичных гнездопригодных биотопов.

Охота как фактор, влияющий на сокращение численности белой куропатки, прослеживается при анализе плотности на однотипных болотах, удаленных от человеческого жилья и близ него. Максимум численности белой куропатки приходится на крупные болота, которые невозможно или трудно пройти за один световой день. На небольших по площади болотах близ городов белая куропатка полностью выбивается в период осенне-зимней охоты. В то же время высо-

кий процент выживания особей в зимний период на крупных болотах позволяет восполнять потери вида не только в основных, но и в деградирующих местообитаниях.

#### *Охрана*

Для охраны вида можно рекомендовать создание особо охраняемых природных территорий на Адово-Чугрумском, Камско-Кельтминском, Нижневишерском и Камско-Яйвинском болотных комплексах, исключая охоту и трансформацию болот.

#### *Благодарности*

Автор благодарит всех коллег, участвовавших в сборе материала, особенно Е. В. Васильева, С. В. Головкина, А. А. Гришину, С. Ю. Камерилову (Лапшину), Л. И. Коновалова, А. В. Котельникова, Р. Д. Лапшина, А. Е. Малыгина, А. В. Мошкина, А. В. Мохина, И. А. Ноговицыну, А. А. Орленко, Д. С. Павловича, Е. А. Пепеляеву, А. В. Преснякова, А. А. Сединина, М. Г. Шарапову (Преснякову), А. А. Шестакову.

Автор выражает благодарность С. В. Васильеву, оказывавшему всестороннюю помощь в организации работы, С. В. Бакка, поделившемуся своими соображениями о ситуации с видом в Нижегородском Заволжье и на западе Кировской области, М. Ю. Дубинину, А. Ж. Пуреховскому и руководству лесной программы СоЭС и Центра охраны дикой природы, помогавшим в создании ГИС Волго-Уральского региона.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аськеев И. В., Аськеев О. В.** Орнитофауна Республики Татарстан (конспект современного состояния). Казань, 1999. 124 с.
- Боч М. С., Мазинг В. В.** Экосистемы болот СССР. Л., 1979. 188 с.
- Герасимов Ю. Н., Сальников Г. М., Буслаев С. В.** Птицы Ивановской области. М., 2000. 125 с.
- Карякин И. В.** Техника выявления редких видов (крупные пернатые хищники). Ч. 1. Пермь, 1996. 80 с.
- Карякин И. В.** Конспект фауны птиц Пермской области. Пермь, 1998а. 261 с.
- Карякин И. В.** Конспект фауны птиц Республики Башкортостан. Пермь, 1998б. 253 с.
- Карякин И. В.** Пернатые хищники Уральского региона. Соколообразные (*Falconiformes*), Совообразные (*Strigiformes*). Пермь, 1998в. 483 с.
- Карякин И. В.** Методические рекомендации по учету пернатых хищников и обработке учетных данных. Новосибирск, 2000. 32 с.
- Карякин И. В.** Пернатые хищники (методические рекомендации по изучению соколообразных и совообразных). Н. Новгород, 2004. 351 с.
- Карякин И. В., Быстрых С. В., Коновалов Л. И.** Орнитофауна Свердловской области. Новосибирск, 1999. 391 с.
- Коблик Е. А., Редькин Я. А., Архипов В. Ю.** Список птиц Российской Федерации. М., 2006. 256 с.
- Копылов П. В., Балдаев Х. Ф., Мартыненко В. В.** Аннотированный список птиц Республики Марий Эл // Орнитол. вестн. Поволжья. 2002. Вып. 1. С. 3–10.
- Мильков Ф. Н.** Природные зоны СССР. М., 1977. 293 с.
- Мильков Ф. Н., Гвоздецкий Н. А.** Физическая география СССР. М., 1976. 448 с.
- Потанов Р. Л.** Отряд Курообразные (*Galliformes*). Семейство Тетеревиные (*Tetraonidae*). Ч. 2. Л., 1985. 638 с. (Фауна СССР. Птицы. Т. 3, вып. 1).
- Степанян Л. С.** Конспект орнитологической фауны СССР. М., 1990. 728 с.
- Флинт В. Е., Беме Р. Л., Костин Ю. В., Кузнецов А. А.** Птицы СССР. М., 1968. 637 с.
- Шиян Р. И., Бакка С. В., Киселева Н. Ю.** Белая куропатка – *Lagopus lagopus* L. // Красная книга Нижегородской области. Т. 1. Животные. Н. Новгород, 2003. С. 100–102.
- ArcView GIS** the geographic Information System for Everyone Environmental System Research Institute Inc. Redlands, California, 1996. 350 p.
- ERDAS IMAGINE** Tour Guides, Erdas Inc. Atlanta, Georgia, 1991. 694 p.
- Hooge P. N.** Spatial Tools arcview extension. Alaska Biological Science Center, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA. 1998. P. 13.
- Hooge P. N., Eichenlaub B.** Animal movement extension to ArcView. Ver. 1.1. Alaska Biological Science Center, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA. 1997. P. 28.
- Thomas L., Laake J. L., Strindberg S., Marques F. F. C., Buckland S. T., Borchers D. L., Anderson D. R., Burnham K. P., Hedley S. L., Pollard J. H., Bishop J. R. B.** Distance 4.1. Release “2”. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. 2003. P. 211.

УДК 598.915(470.41+470.43+470.57)

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГНЕЗДОВАНИИ ОРЛА-КАРЛИКА НА БУГУЛЬМИНСКО-БЕЛЕБЕЕВСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

И. В. Карякин

Государственный природный биосферный заповедник "Керженский"

Новые данные о гнездовании орла-карлика (*Hieraetus pennatus*) на Бугульминско-Белебеевской возвышенности в пределах республик Башкортостан, Татарстан и Самарской области.

**Ключевые слова:** орел-карлик, *Hieraetus pennatus*, гнездование, Башкирия, Татарстан, Самарская область. Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 102–103.

Впервые на территории Бугульминско-Белебеевской возвышенности орел-карлик (*Hieraetus pennatus* Gmelin, 1788) наблюдался в конце XIX века близ границы с Бугульминским уездом Самарской губернии (ныне территория Бугульминского района республики Татарстан) (Мензбир, 1895). С тех пор в течение века информация о виде на Бугульминско-Белебеевской возвышенности отсутствовала. В 1996 г. орла-карлика темной морфы наблюдал А. А. Козлов на северной периферии Троицкого леса (Карякин, 1998) – это первая регистрация вида на Бугульминско-Белебеевской возвышенности в современный период. В

ходе совместной дискуссии с А. А. Козловым и С. В. Быстрых, последним было высказано предположение о том, что карлик должен в течение следующих 5–10 лет появиться на гнездовании на территории Бугульминско-Белебеевской возвышенности и лесостепных районов крайнего юго-запада Башкирии (Карякин, 1998), что и случилось в самом начале XXI столетия.

Т. О. Барабашин (2006) наблюдал орла-карлика в Самарской области на территории Высокого Заволжья: одну птицу – в долине р. Кинель 22 июля 2003 г. в 4 км юго-восточнее Богдановки, 2 пары орлов этого вида – в августе 2004 г. в долине

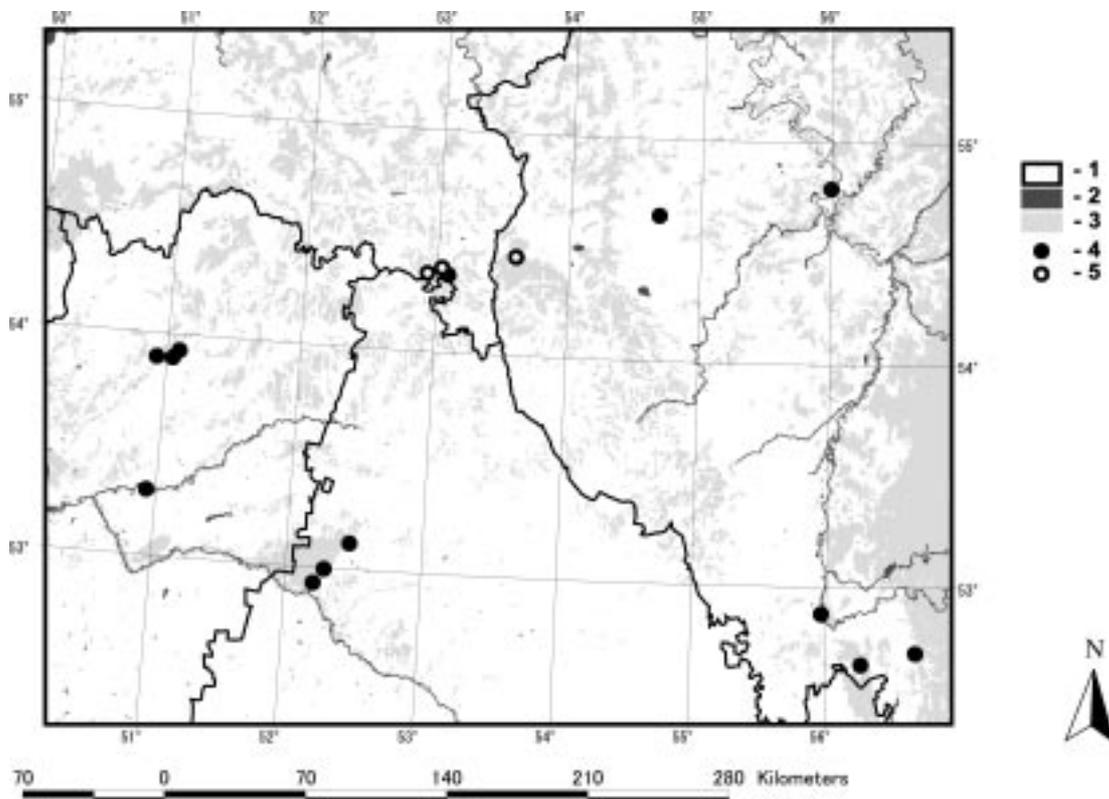


Рис. 1. Карта встреч орла-карлика на Бугульминско-Белебеевской возвышенности и прилегающих территориях в 2000–2006 гг. Условные обозначения: 1 - границы областей и республик, 2 - водоемы, 3 - лес, 4 - мест встреч орлов в гнездовой период и 5 - места обнаружения их гнезд.

р. Сок и одну, явно территориальную пару, – в лесу на Сок-Кондурчинском водоразделе.

Выводок из двух слетков при взрослой птице встречен мной 20 августа 2004 г. над лесом на правом берегу р. Дымка на территории Бугульминского района республики Татарстан.

В 2005 г. одиночные птицы наблюдались в Башкирии 27 июля над р. Чермасан близ д. Староамирово Благоварского района и на опушке Троицкого леса близ пос. Серафимовский Туймазинского района, на территории Бавлинского района Татарии 28 июля был встречен самец с добычей в лесном массиве на правом берегу террасе р. Дымки. В последнем случае были предприняты поиски гнезда, которое найти не удалось. Однако удалось найти гнездо карликов, в ходе посещения гнездового участка, выявленного 20 августа 2004 г. на правом берегу р. Дымка. Оно располагалось на крупной березе в 80 м от опушки и было устроено в мощной развилке на высоте 15 м в 6 м от верха. В гнезде находились два готовых к вылету птенца. Это гнездо располагалось в 11 км от места регистрации самца с добычей в предшествующий день. В течение дня был обследован участок леса по левому берегу р. Сула между селами Сула и Татарская Дымка и в 8 км от предыдущего гнезда удалось обнаружить еще одно жилое гнездо орла-карлика, также с 2 птенцами. Оно располагалось на сосне среди лиственного леса в 150 м от опушки. Гнездо было устроено в развилке на высоте 12 м в 8 м от верха и имело овальную форму. Следует заметить, что данная территория обследовалась мной совместно с А. С. Паженковым в конце мая 1998 г. и орел-карлик здесь не наблюдался.

7 июня 2006 г. удалось выделить время на обследование участка лесного массива близ пос. Серафимовский, где в 2005 г. наблюдали взрослую птицу. Здесь было обнаружено гнездо, на котором плотно сидела самка и обогривала мелких пуховиков. Гнездо располагалось на крупной липе в 70 м от опушки и было устроено в основании мощных ветвей у ствола на высоте 16 м.

Из десяти, наблюдавшихся в современный период орлов, включая слетков, семь принадлежали

темной морфе и три – светлой. Фактов пребывания птиц промежуточной морфы на исследуемой территории не выявлено. Следует заметить, что ранее в Предуралье доминировали встречи птиц светлой морфы (Карякин, 1998). Весьма вероятно, что темный карлик попросту пропускался, т.к. был новым для региона видом и практика его полевой идентификации отсутствовала у большинства исследователей региона.

Учитывая ежегодные встречи орла-карлика в Башкирии в пойме р. Белой, на север вплоть до с. Кушнаренково, а также факты гнездования вида на правом берегу Волги в пределах Татарии (Барабашин и др., 2002; Корепов, 2004; Корепов и др., 2004), можно предполагать, что этот орел за последние 10 лет освоил всю территорию Предуралья, и выявленное гнездование на Бугульминско-Белебеевской возвышенности уже не носит случайный характер. Видимо следует ожидать дальнейшее продвижение карлика на север в бассейне Волги и Камы и увеличение численности на территориях установленного гнездования в Татарии и Башкирии.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Барабашин Т. О.** Хищные птицы долин рек Сок и Кинель в Самарской области // ПERNATые хищники и их охрана. 2006. № 6. С. 34–38.

**Барабашин Т. О., Корепов М. В., Салмин В. А.** "Щучьи горы" – ключевая орнитологическая территория международного ранга // Природа Симбирского Поволжья. Ульяновск, 2002. Т. 3. С. 165–167.

**Карякин И. В.** ПERNATые хищники Уральского региона. Соколообразные (*Falconiformes*), Сovoобразные (*Strigiformes*). Пермь, 1998. 483 с.

**Корепов М. В.** Материалы по орнитофауне соколообразных и совообразных птиц "Щучьих гор" (Татарстан) // Беркут. 2004. С. 183–188.

**Корепов М. В., Лантев И. И., Фомина Д. А.** Материалы по краснокнижным видам орнитофауны «Щучьих гор» // Природа Симбирского Поволжья. Ульяновск, 2004. Вып. 5. С. 150–155.

**Мензбир М. А.** Птицы России. Т. 1, 2. М., 1895. 1120 с.

УДК 591.526:598.26(470.12+470.316)

## БЕЛАЯ КУРОПАТКА В ДАРВИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Е. А. Медведева

*Дарвинский государственный природный биосферный заповедник*

Информация о динамике численности белой куропатки в Дарвинском заповеднике. Показатели динамики численности белой куропатки анализируются по отношению к факторам внешней среды, урожайности ягодников и численности хищников за период с 1962 по 2003 гг.

**Ключевые слова:** белая куропатка, *Lagopus lagopus*, гнездование, Дарвинский заповедник.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 104–109.

Среднерусская белая куропатка *Lagopus lagopus rossicus* Serebr. – подвид белой куропатки, занесенный в Красную книгу РФ. Дарвинский заповедник, находясь на севере ареала подвида (Степанян, 1990), тем не менее, обладает всеми необходимыми условиями для поддержания его высокой численности: умеренно-континентальным климатом, обилием болот, прекрасной кормовой базой, отсутствием антропогенного воздействия. До настоящего времени европейская белая куропатка на территории Дарвинского заповедника считается обычной, данные по ее численности имеются с 1962 г.

В настоящей работе обобщен материал по белой куропатке за период 1962–2003 гг., а также предпринята попытка выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на ее численность в Дарвинском заповеднике.

В Дарвинском заповеднике учеты куриных птиц проводятся по методике О. И. Семенова-Тян-Шанского на стационарных маршрутах, охватывающих все имеющиеся сухопутные биотопы. Количество отмеченных на учетных лентах особей затем пересчитывается на общую площадь биотопов, пригодных для обитания куриных птиц (55800 га). Учеты численности проводятся поздней осенью. Общая протяженность маршрутов в различные годы колебалась от 93 до 915 км. Наибольшей она была в первые три года наблюдений, с 1970 г. по 1980 г., составляя 254 км, в дальнейшем до 1993 г. в среднем равнялась 200 км, с 1994 г. по 2000 г. колебалась в пределах 116–148 км. Начиная с 2001 г., протяженность учетной полосы в заповеднике сократилась до 93 км. Естественно, что такая изменчивость протяженности учетных маршрутов не могла не сказаться на точности результатов проводимых учетов. Статистическая оценка точности учетов была проведена в 1968 г. с использованием данных за 1962–1965 гг. (Криницкий и др., 1968) и оценена в 50%.

С целью выявления факторов, оказывающих наибольшее влияние на численность белой куропатки, были взяты наиболее значимые, на наш взгляд, биотические и абиотические факторы среды: количество хищников и их основных объектов питания; урожайность ягод; средняя температура и сумма осадков за декабрь – февраль, апрель – май, июнь – июль; средняя высота снежного покрова за декабрь – февраль. Все данные взяты из Летописи природы Дарвинского заповедника за 1962–2003 гг. Для выяснения степени влияния отдельного фактора на численность белой куропатки рассчитывался коэффициент корреляции между ними. Значения коэффициента больше 0.7 указывают на высокую, 0.5–0.69 – среднюю, 0.3–0.49 – умеренную, ниже 0.3 – слабую, ниже 0.2 – очень слабую степень положительной корреляции, которая, как правило, вообще не учитывается. Те же значения, но с минусом свидетельствуют об отрицательной корреляции сравниваемых показателей (Ивантер, 1979).

### Результаты исследований

#### *Динамика численности видов отряда Курообразных*

Всего на территории заповедника отмечено 5 видов отряда Курообразных: белая куропатка, тетерев, глухарь, рябчик, серая куропатка. Первые четыре вида являются обычными. На рисунке 1 отражена динамика численности этих видов за период 1962–2003 гг.

Изменение численности белой куропатки имеет наибольшее сходство с динамикой численности тетерева (табл. 1), что, на наш взгляд, объясняется относительно сходным их биотопическим распределением. Тетерев, в отличие от глухаря и рябчика, избегает глухих зарослей, предпочитая опушки и окраины лесных биотопов, граничащие с болотами.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между динамикой численности белой куропатки и различными биотическими и абиотическими факторами

| Фактор   | Коэффициент корреляции |
|--|------------------------|
| Урожайность брусники                                 | 0,36                   |
| Урожайность голубики                                 | 0,23                   |
| Урожайность черники                                  | 0,19                   |
| Урожайность клюквы                                   | 0,13                   |
| Численность лисицы                                   | -0,42                  |
| Численность енотовидной собаки                       | -0,27                  |
| Численность горностая                                | -0,19                  |
| Численность куницы                                   | -0,13                  |
| Численность зайца-беляка                             | 0,23                   |
| Численность мышевидных грызунов                      | -0,16                  |
| Средняя температура за декабрь-февраль               | -0,24                  |
| Средняя величина снежного покрова за декабрь-февраль | -0,21                  |
| Средняя температура за апрель-май                    | -0,06                  |
| Сумма осадков за апрель-май                          | -0,02                  |
| Средняя температура за июнь-июль                     | 0,04                   |
| Сумма осадков за июнь-июль                           | 0,10                   |

#### **Численность белой куропатки и урожайность ягод**

Из данных таблицы 1 видно, что наибольший коэффициент корреляции численности белой куропатки наблюдается с урожайностью брусники (умеренная степень), слабая корреляция отмечена с урожайностью голубики, урожайность черники и клюквы практически не оказывает на численность белой куропатки никакого влияния (рис. 2). В статье И. М. Олигер (1973) приведен анализ содержимого 14 зобов белой куропатки, добытых в ноябре – феврале (табл. 2). Согласно таблице, основу ее питания в осенне-зимний период составляют веточки черники, веточки и ягоды брусники. В этой же статье отмечено, что белая куропатка, пока есть возможность, старается добывать ягоды и зелень, и только когда снег окончательно закроет эти корма, переходит на питание почками ивы и осины.

Таблица 2. Питание белой куропатки в осенне-зимний период (14 зобов) по данным И. М. Олигер (1973).

| Вид корма       | Встречаемость в % | К (коэффициент обилия) |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| Почки ивы       | 28                | 8                      |
| Почки осины     | 21                | 7                      |
| Веточки черники | 79                | 44                     |
| Листья подбела  | 14                | 5                      |
| Листья брусники | 71                | 11                     |
| Ягоды брусники  | 71                | 18                     |
| Ягоды клюквы    | 14                | 6                      |

#### **Влияние хищников на численность белой куропатки**

Влияние на численность белой куропатки пернатых хищников не рассматривается. По мнению автора последние, ввиду своей стабильно низкой численности, не могут оказывать на белую куропатку существенного негативного воздействия. Из млекопитающих, согласно данным таблицы 1, только лисица и в меньшей степени енотовидная собака отрицательно влияют на численность белой куропатки (рис. 3). В различных томах «Летописи природы Дарвинского заповедника» (1971, 1992 и

др.) неоднократно упоминается о встречах останков белой куропатки, съеденной этими хищниками.

Учитывая, что птицы для рассматриваемых в данной работе хищных млекопитающих не являются основным объектом охоты, ожидалось выявить положительную корреляцию между динамикой численности белой куропатки и динамиками численности зайца-беляка и мышевидных грызунов. Однако слабая степень положительной корреляции зафиксирована только для зайца-беляка (табл. 1, рис. 4).

#### **Влияние климатических факторов на численность белой куропатки**

Из данных таблицы 1 следует, что погодные условия практически не оказывают влияние на численность белой куропатки. Слабая отрицательная корреляция отмечена только с зимними температурами и высотой снежного покрова (рис. 5–10). По-видимому, морозные зимы с малым количеством оттепелей и отсутствием наста являются для белой куропатки более благоприятными. Глубокий снежный покров, затрудняющий добычу корма, возможно, оказывает слабое отрицательное воздействие на белую куропатку, вынуждая ее мигрировать с болот на сельскохозяйственные земли и в поймы рек.

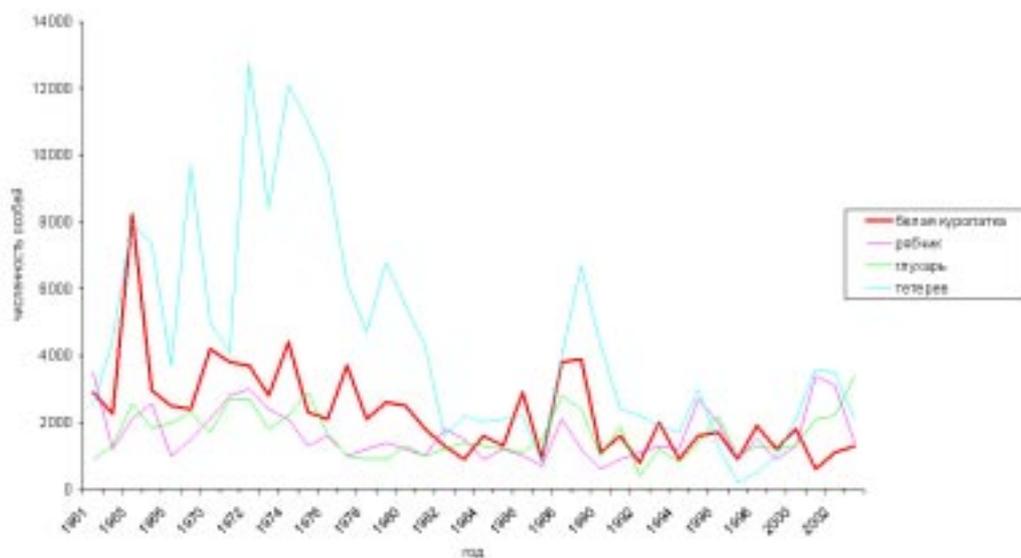


Рис. 1. Динамика численности различных видов отряда Курообразных в Дарвинском заповеднике

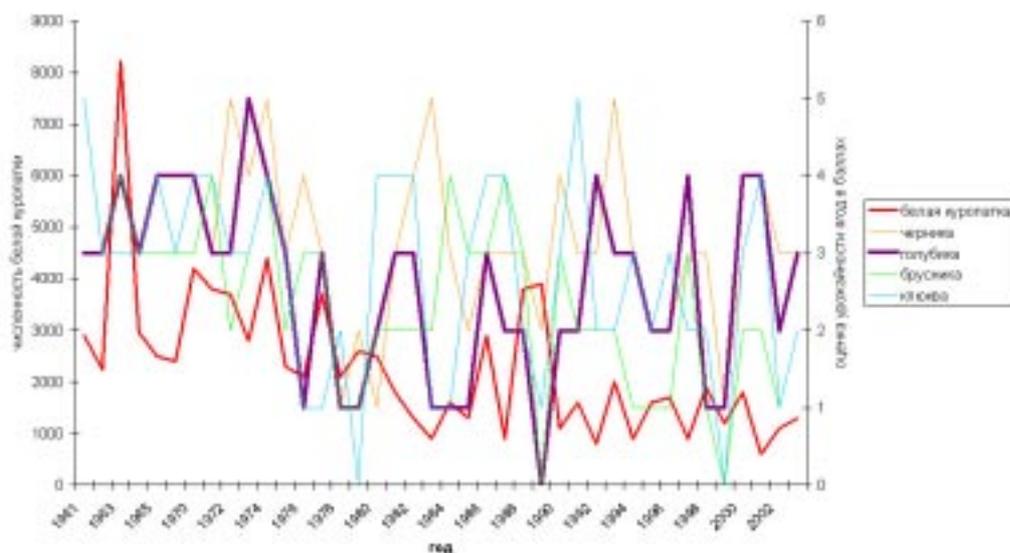


Рис. 2. Динамика численности белой куропатки и урожайности ягод в Дарвинском заповеднике

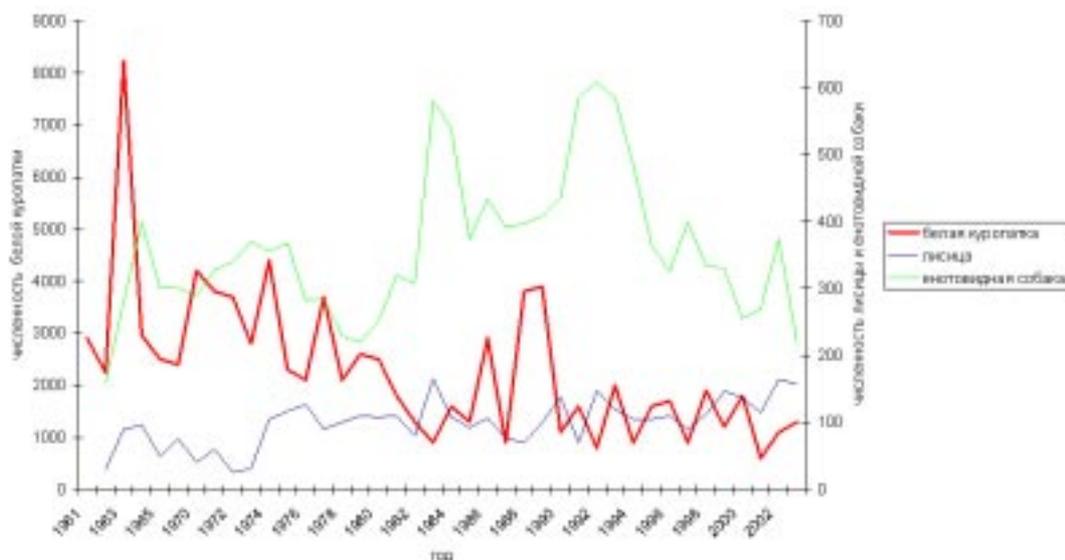


Рис. 3. Динамика численности белой куропатки, лисицы и енотовидной собаки в Дарвинском заповеднике

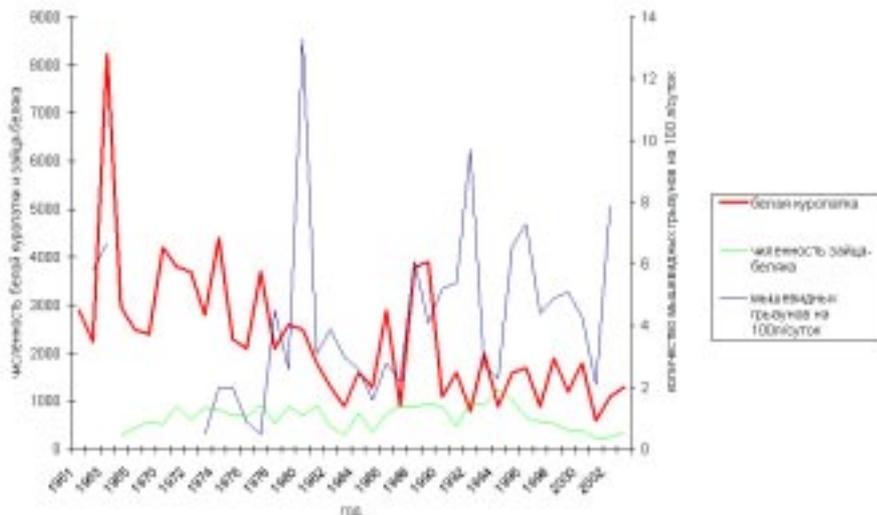


Рис. 4. Динамика численности белой куропатки, мышевидных грызунов и зайца-беляка в Дарвинском заповеднике

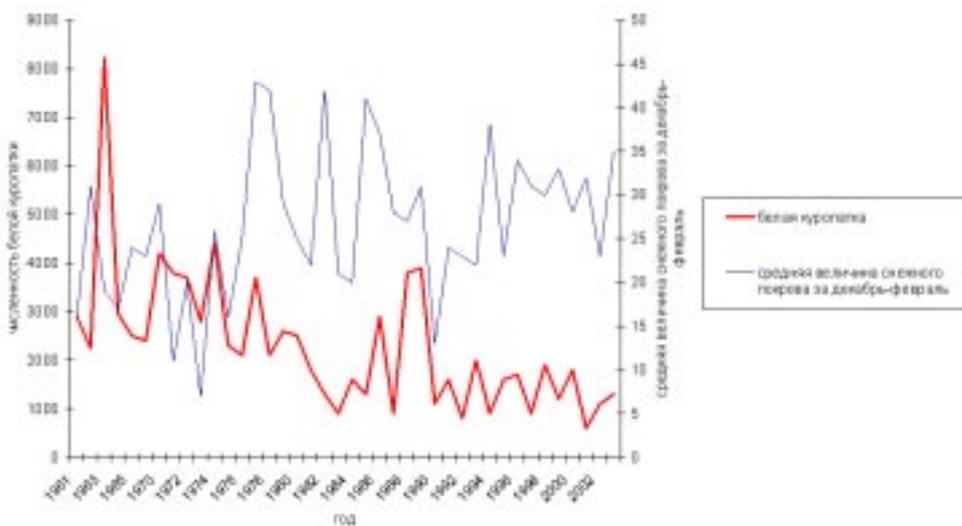


Рис. 5. Динамика численности белой куропатки и средней глубины снежного покрова за декабрь - февраль в Дарвинском заповеднике

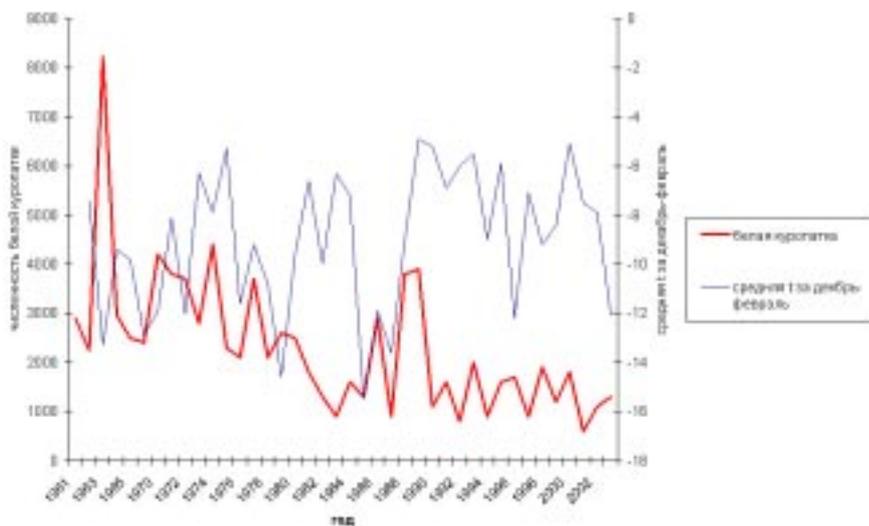


Рис. 6. Динамика численности белой куропатки и средней температуры за декабрь - февраль в Дарвинском заповеднике

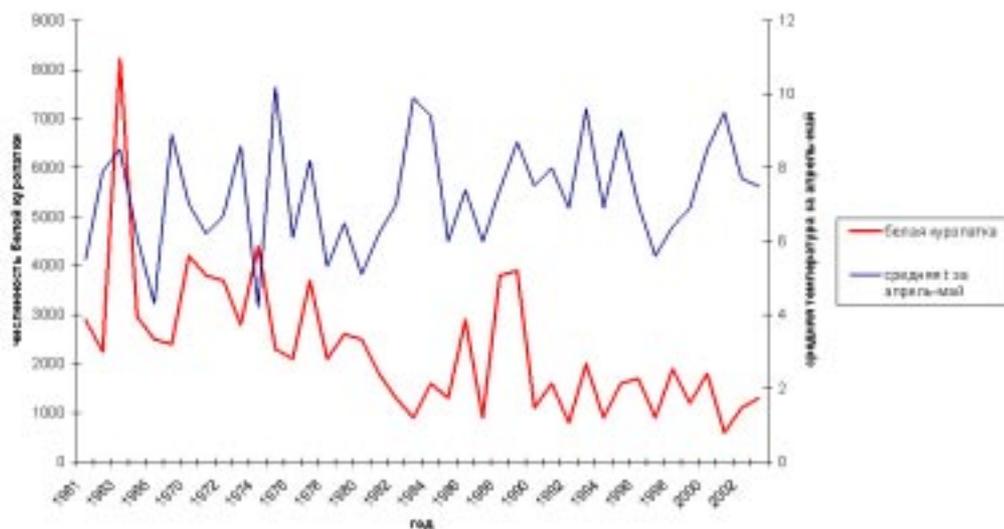


Рис.7. Динамика численности белой куропатки и средней температуры за апрель - май в Дарвинском заповеднике

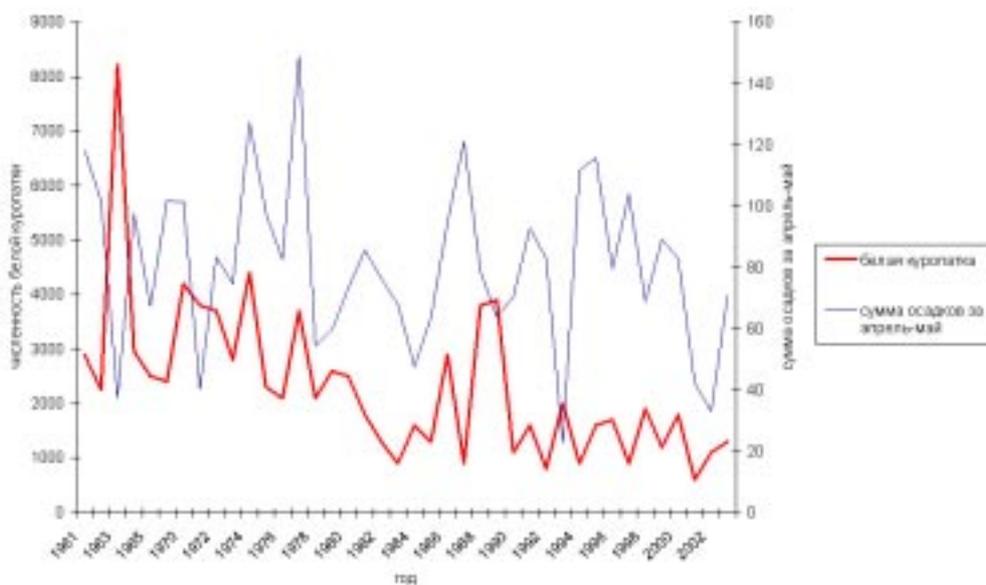


Рис.8. Динамика численности белой куропатки и суммы осадков за апрель - май в Дарвинском заповеднике

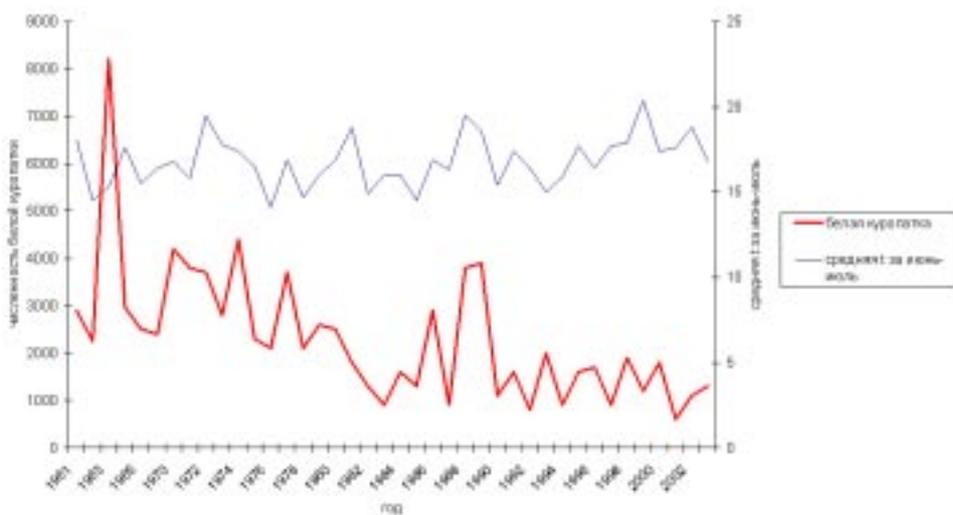


Рис. 9. Динамика численности белой куропатки и средней температуры за июнь - июль в Дарвинском заповеднике

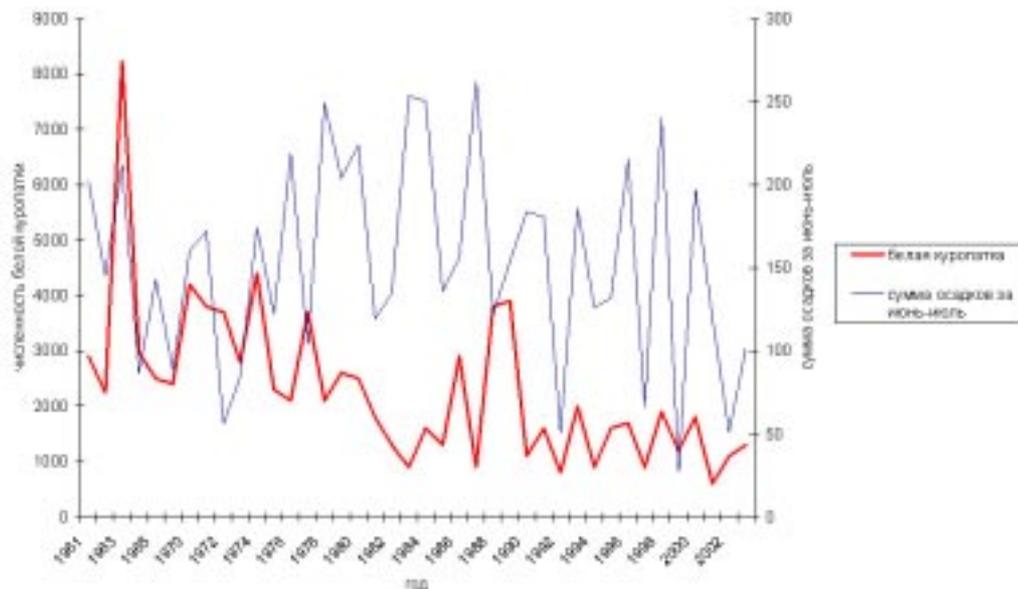


Рис. 10. Динамика численности белой куропатки и суммы осадков за июнь - июль в Дарвинском заповеднике

## Выводы

Белая куропатка в Дарвинском заповеднике находится в благоприятных климатических и кормовых условиях. Наиболее значимым фактором, при отсутствии отрицательного антропогенного воздействия, является пресс хищников, ростом количества которых, по-видимому, и можно объяснить некоторое снижение численности белой куропатки за последние 10–15 лет. В целом положение белой куропатки в Дарвинском заповеднике можно охарактеризовать как стабильное и не вызывающее опасений.

## ЛИТЕРАТУРА

*Летопись природы* / Дарвинский заповедник. 1962–2003 гг. (Рукописи, Дарвинский заповедник).

**Ивантер Э. И.** Основы практической биометрии. Петрозаводск, 1979. 94 с.

**Кривицкий В. В., Кудинов К. А., Немцев В. В., Калецкая М. Л.** Учеты численности животных в Дарвинском заповеднике и статистическая оценка их точности // Труды Дарвинского гос. запов. Вып. 8. М., 1968. С. 6–27.

**Олигер И. М.** Материалы по питанию тетеревиных птиц лесной зоны европейской части РСФСР // Природные ресурсы Молого-Шекснинской низины. Труды Дарвинского гос. запов. Вып. 11. Вологда, 1973. С. 151–157.

**Степанян Л. С.** Конспект орнитологической фауны СССР. М., 1990. 728 с.

УДК 598.915.4(470.341)

## КОЛОНИАЛЬНОЕ ПОСЕЛЕНИЕ СКОПЫ НА КАМСКО-БАКАЛДИНСКИХ БОЛОТАХ

Л. М. Новикова, И. В. Карякин, А. В. Константинов

Государственный природный биосферный заповедник «Керженский»

Впервые на территории Камско-Бакалдинских болот обнаружено «колониальное» поселение скоп: 5 гнезд располагались в нескольких сотнях метров друг от друга, во второй половине июля наблюдались две пары скоп.

**Ключевые слова:** скопа, концентрированное поселение, численность, Камско-Бакалдинские болота, Нижегородское Заволжье, Нижегородская область.

Труды ГПБЗ «Керженский». 2006. Т. 3. С. 110.

Камско-Бакалдинские болота расположены в Нижегородском Заволжье и представляют собой крупнейший в бассейне р. Волги болотный массив, сохранившийся в естественном состоянии. Эта территория включена в список водно-болотных угодий, имеющих международное значение в соответствии с Рамсарской конвенцией, и, кроме того, выделена в качестве ключевой орнитологической территории всемирного значения площадью около 3160 км<sup>2</sup> (Бакка, Киселева, Новикова, 2004). Здесь находится 27 озер эолового происхождения, на одном из которых летом 2006 г. обнаружено поселение нескольких пар скоп [*Pandion haliaetus* (L.)].

Вокруг озера площадью 0.3 км<sup>2</sup> на различном расстоянии от уреза воды (от 3 до 250 м) расположено 5 гнезд скоп. Они построены на соснах, возвышающихся над пологом леса (рис. 1, 2). Гнезда расположены относительно недалеко друг от друга: минимальное расстояние между ними – 120 м, максимальное – 920 м. Два гнезда сооружены на вершинах старовозрастных сосен, растущих на небольших гривах среди заболоченного соснового леса, на высоте 19 и 23 м, другие три гнезда – на сухих соснах с обломанной вершиной, среди молодого сосняка сфагнового, на высоте 10, 11 и 13 м. Самому старому гнезду не менее 15 лет. Здесь гнездится как минимум две пары скоп (во второй половине июля наблюдались две пары на присадах рядом с гнездами). Судя по наличию пуха по краям одного из гнезд и свежего строительного материала в другом, в этом году скопы предпринимали попытки гнездования, закончившиеся неудачно (возможно, погибли кладки).

Известно, что скопы могут образовывать локальные концентрированные поселения вблизи богатых рыбой водоемов (Карякин, 2004). Образование данного поселения стало возможным не

только благодаря обилию рыбы, но и труднодоступности озера для людей. В Нижегородской области существует еще одно «колониальное» поселение скоп, но в отличие от вышеописанного оно возникло на искусственных гнездах (Новикова, 2006).

До настоящего времени в Нижегородской области численность скопы оценивалась в 23–30 пар (Бакка, Новикова, 2006), в том числе на Камско-Бакалдинских болотах – 13–16 пар (Новикова, 2006). Таким образом, численность скопы на этой территории мы можем оценить в 15–18 гнездящихся пар, а в Нижегородской области – 25–32 пары.

### ЛИТЕРАТУРА

**Бакка С. В., Новикова Л. М.** Результаты мониторинга искусственных гнезд для редких видов дневных хищных птиц в Нижегородской области в 2005 г. // Бутурлинский сборник: Матер. II Междунар. Бутурлинских чтений. Ульяновск, 2006. С. 142–146.

**Бакка С. В., Киселева Н. Ю., Новикова Л. М.** Ключевые орнитологические территории Нижегородской области: Методическое пособие. Н. Новгород, 2004. 95 с.

**Карякин И. В.** Пернатые хищники (методические рекомендации по изучению соколообразных и совообразных). Н. Новгород, 2004. 351 с.

**Новикова Л. М.** Численность скопы в Нижегородской области и ее изменения в результате установки искусственных гнездовий // Орнитологические исследования в Северной Евразии: Тезисы XII Междунар. орнитол. конф. Северной Евразии. Ставрополь, 2006. С. 393–394.



Рис. 1. Вид на колониальное поселение скоп на одном из озер Камско-Бакалдинского болотного комплекса. Фото И. В. Карякина.



Рис. 2. Гнездо скопы в колониальном поселении на одном из озер Камско-Бакалдинского болотного комплекса. Фото И. В. Карякина.

**ТРУДЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА “КЕРЖЕНСКИЙ”**

**Том 3**

**Главный редактор проф. Г. А. Ануфриев**

**Редакционная коллегия:**

**Е. Н. Коршунова, И. В. Карякин, А. А. Шестакова**

Подписано в печать: 15.12.2006. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

---

Типография Нижегородского госуниверситета  
603000, Н. Новгород, ул. Б. Покровская, 37

