
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Институт комплексного анализа
региональных проблем
Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Том 28 № 2
2025

Журнал основан в 1995 г.
Выходит 4 раза в год
ISSN 2618-9593

Главный редактор
чл.-корр. РАН Е.Я. Фрисман

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

зам. гл. редактора: к.г.н. Д.М. Фетисов; ответственный секретарь: к.г.н. Е.В. Стельмах;
члены редколлегии: к.г.н. А.В. Аношкин, чл.-корр. РАН Б.А. Воронов, д.э.н. Н.В. Гальцева,
к.э.н. В.С. Гуревич, д.ф.-м.н. О.Л. Жданова, акад. РАН Ю.Н. Журавлёв, к.г.н. В.Б. Калманова,
к.г.н. Т.М. Комарова, д.г.н. Б.А. Красноярова, д.г.н. З.Г. Мирзеханова, к.э.н. С.Н. Мишук,
д.г.н. А.В. Мошков, д.э.н. С.Н. Леонов, д.ф.-м.н. Г.П. Неверова, к.ф.-м.н. О.Л. Ревуцкая, к.б.н. Т.А. Рубцова,
к.с.н. С.А. Соловченко, д.э.н. С.А. Сукнёва, д.б.н. Л.В. Фрисман, д.э.н. А.Г. Шеломенцев, д.ф.н. А.М. Шкуркин,
к.б.н. Е.А. Григорьева, проф. Алтэн-Аоцир, проф. Ван Цзюанлэ, проф. Син Гуанчэн

*Научный журнал «Региональные проблемы» зарегистрирован Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 1 апреля 2019 г. ЭЛ № ФС77-75434*

С а й т ж у р н а л а : journals.rcsi.science/1605-220X/index

А д р е с р е д а к ц и и : 679016, г. Биробиджан, ул. Шолом-Алейхема, 4
ИКАРП ДВО РАН, тел./факс: 8(42622) 4-15-71, 6-00-97, <http://икарп.рф>
E-mail: reg.probl@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	5
Ганжа К.А. <i>Влияние управляющего параметра на режимы динамики модели Морана-Рикера с запаздыванием</i>	5
Жданова О.Л., Колбина Е.А., Фрисман Е.Я. <i>Оптимальное управление однородной популяцией, находящейся под действием естественного отбора</i>	10
Панарад А.Ю., Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. <i>Влияние промысла на результаты действия r-K-отбора в популяции с непрерывающимися поколениями</i>	15
Неверова Г.П., Фрисман Е.Я. <i>Влияние естественного отбора особей по плодовитости на сценарии развития популяций с простой возрастной структурой</i>	19
Курилова Е.В., Кулаков М.П. <i>Оптимизация добычи трудновозобновляемых ресурсов</i>	24
Колобов А.Н. <i>Имитационное моделирование выборочных рубок в еловых древостоях Дальневосточного региона России</i>	29
Ревуцкая О.Л. <i>Моделирование динамики численности популяции кабарги с учетом половой структуры и промысла</i>	34
БИОЛОГИЯ	39
Беляева Н.Г., Черненкова Т.В., Маслов А.А. <i>Динамика старовозрастных еловых лесов Московской области</i>	39

Рубцова Т.А. Флора и растительность экологической тропы «Тигриная» в заповеднике «Бастак»	44
Игнатенко Е.В. Сохранение диких пчел (<i>Hymenoptera: Apoidea</i>) – важного компонента биологических ресурсов	49
Канцерова Н.П., Лысенко Л.А. Белковая деградация тканей и органов горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> Кольского полуострова в ходе покатной и нерестовой миграций	54
Бисеров М.Ф., Схинас А.Г. Методика оценки птиц как биологического ресурса в период сезонных миграций	58
Брыкова А.Л., Капитонова Л.В., Фрисман Л.В. Исследование популяционной структуры соболя севера Еврейской автономной области: морфотипический анализ	63
Серёдкин И.В. Участки обитания и перемещения бурых медведей на Дальнем Востоке России	69
Цветкова А.А., Серёдкин И.В. Пространственно-временные характеристики случаев вынужденного отстрела бурых медведей на территории Сахалинской области	73
ГЕОЭКОЛОГИЯ	77
Екимовская О.А. Оценка эффективности возвращения заброшенных пашен в сельскохозяйственный оборот (на примере среднего течения реки Селенги, юго-западное Забайкалье)	77
Екимовская О.А., Убугунов В.Л., Андреев С.Г. Особенности почвенно-растительного покрова района строительства Мокского гидроузла	82
Аверин Д.Е., Зубарев В.А. Исследование динамики видового состава растительности на залежах разного возраста осушительной системы «Надеждинская» (Еврейская автономная область)	86
Александрова А.М. Уплотнение почв на экологических тропах заповедника «Бастак»	92
Калманова В.Б. Экологическое состояние дендрофлоры г. Биробиджана: мониторинг и прогнозирование	97
Макаревич Р.А., Базаров К.Ю. Состояние почв – индикатор биоресурсного потенциала наземных экосистем (на примере Приханкайской низменности)	102
Жучков Д.В. Ретроспективный анализ формирования зеленых насаждений г. Биробиджана	106
Жучков Д.В., Стельмах Е.В. Современное состояние и перспективные направления использования особо охраняемых природных территорий Еврейской автономной области	112
Ионкин К.В., Дебелая И.Д., Морозова Г.Ю., Климина Е.М. Оптимизационные мероприятия для рационального природопользования в природном парке «Питомник им. Лукашова»	118
Дарман Ю.А., Терехов А.С., Титов Д.С., Фетисов Д.М. Проектирование национального парка в районе Хинганского ущелья	123
ЭКОЛОГИЯ	128
Ван П.С., Шарая Л.С. Связь NDVI сосновых лесов с температурой и осадками в Нижнем Приамурье	128
Лонкина Е.С. Лесные ресурсы государственного природного заповедника «Бастак» (Еврейская автономная область)	133

REGIONAL PROBLEMS

Institute for Complex Analysis
of Regional Problems
Far Eastern Branch
Russian Academy of Sciences

Volume 28 Number 2
2025

Established in 1995
Published 4 times a year
ISSN 2618-9593

CONTENTS

MATHEMATICAL MODELING	5
Ganzha K.A. <i>Influence of the control parameter on the modes of the Moran-Ricker model dynamics with time lag</i>	5
Zhdanova O.L., Kolbina E.A., Frisman E.Ya. <i>Optimal control of a homogeneous population under natural selection</i>	10
Panarad A.Yu., Zhdanova O.L., Frisman E.Ya. <i>Harvesting affect on the r-K selection in populations with non-overlapping generations</i>	15
Neverova G.P., Frisman E.Ya. <i>Influence of individuals natural selection by fertility on scenarios of populations with simple age structure development</i>	19
Kurilova E.V., Kulakov M.P. <i>Optimization of hard-to-renew resources extraction</i>	24
Kolobov A.N. <i>Simulation modeling of selective cutting in the spruce forest stands of the Russian Far East</i>	29
Revutskaya O.L. <i>Modeling the population dynamics of the musk deer taking into account the sex structure and harvesting</i>	34
BIOLOGY	39
Belyaeva N.G., Chernenkova T.V., Maslov A.A. <i>Dynamics of old-growth spruce forests in the Moscow Region</i>	39
Rubtsova T.A. <i>Flora and vegetation of the Tigrinaya ecological trail in the Bastak Nature Reserve</i>	44
Ignatenko E.V. <i>Conservation of wild bees (Hymenoptera: Apoidea) as an important component of biological resources</i>	49
Kantserova N.P., Lysenko L.A. <i>Protein degradation in the tissues and organs of the Kola Peninsula Pink salmon <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> during the downstream and the spawning migration</i>	54
Biserov M.F., Skhinias A.G. <i>Methodology for assessing birds as a biological resource during seasonal migrations</i>	58
Brykova A.L., Kapitonova L.V., Frisman L.V. <i>Study of the sable population structure in the north of the Jewish Autonomous region: morphotypic analysis</i>	63
Seryodkin I.V. <i>Areas of brown bear habitat and movement in the Russian Far East</i>	69
Tsvetkova A.A., Seryodkin I.V. <i>Spatial and temporal characteristics of brown bears forced shooting cases in the Sakhalin Region</i>	73

GEOECOLOGY	77
Yekimovskaya O.A. <i>Assessment of the abandoned arable land to agricultural use return effectiveness (by the example of the Selenga River middle course, southwestern Transbaikalia)</i>	77
Ekimovskaya O.A., Ubugunov V.L., Andreev S.G. <i>Features of the soil and vegetation cover in the construction area of the Moksky hydroelectric complex</i>	82
Averin D.E., Zubarev V.A. <i>Research of the vegetation species composition dynamics in the Nadezhdinskaya drainage system (Jewish Autonomous region) different age fallows</i>	83
Alexandrova A.M. <i>Soil compaction on the Bastak Nature Reserve ecological trails</i>	92
Kalmanova V.B. <i>Ecological state of the Birobidzhan dendroflora: monitoring and forecasting</i>	97
Makarevich R.A., Bazarov K.Yu. <i>Soil condition as an indicator of terrestrial ecosystems bioresource potential (by the Prikhankai Lowland example)</i>	102
Zhuchkov D.V. <i>Retrospective analysis of green space system formation in Birobidzhan</i>	106
Zhuchkov D.V., Stelmakh E.V. <i>Current state and prospective directions for the use of specially protected natural areas in the Jewish Autonomous region</i>	112
Ionkin K.V., Debelaya I.D., Morozova G.Yu., Klimina E.M. <i>Measures to optimize rational nature management in the Lukashov Nursery Nature Park</i>	113
Darman Yu.A., Terekhov A.S., Titov D.S., Fetisov D.M. <i>Designing a national park in the Khingan Gorge Area</i>	123
ECOLOGY	128
Van P.S., Sharaya L.S. <i>Relationship of ndvi pine forests with temperature and precipitation in the Lower Amur Region</i>	128
Lonkina E.S. <i>Forest resources of the Bastak State Nature Reserve (Jewish Autonomous Region)</i>	133

Технический редактор *Г.В. Матвейчикова*
Перевод *А.Л. Воронина*

*Системные требования: PC не ниже класса Pentium III; 256 Mb RAM;
свободное место на HDD 32 Mb; Windows 98/XP/7/10; Adobe Acrobat Reader;
дисковод CD-ROM 2X и выше; мышь*

Объем данных (5 656 Кб)
Дата размещения на сайте: 22.06.2025 г.
Дата подписания к использованию: 18.06.2025 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научная статья

УДК 51-7:574.34

ВЛИЯНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО ПАРАМЕТРА НА РЕЖИМЫ ДИНАМИКИ МОДЕЛИ МОРАНА-РИКЕРА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

К.А. Ганжа

Дальневосточный федеральный университет,
п. Аякс 10, остров Русский, г. Владивосток, 690922,
e-mail: ganzha.ka@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0008-0195-5585>

В данной работе на основе модели Морана-Рикера с запаздыванием исследуется влияние управляющего параметра на возможные сценарии развития популяции. Предполагается, что ежегодно проводятся мероприятия, направленные на снижение численности популяции, в результате которых гибнет доля особей, пропорциональная общей численности. Проведено аналитическое и численное исследование предложенной модели.

Ключевые слова: популяционная динамика, плотно-зависимая регуляция с запаздыванием, режимы динамики, управление, листовёртка листовенничная (*Zeiraphera diniana* Gn.).

Образец цитирования: Ганжа К.А. Влияние управляющего параметра на режимы динамики модели Морана-Рикера с запаздыванием // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 5–9. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-5-9.

Массовые вспышки численности насекомых-вредителей могут приводить к массовой гибели древостоев, в этих ситуациях остро встает вопрос о регуляции и управлении численностью таких видов [3]. Именно поэтому исследования, направленные на изучение механизмов, вызывающих массовые размножения насекомых, и разработку стратегий управления такими популяциями, сохраняют свою актуальность [6]. Отметим, что существует множество методов регулирования численности вредных насекомых – от борьбы путем применения естественных врагов до обработки специализированными химическими средствами с помощью авиации [5, 8].

В рамках данной работы предлагается модель Морана-Рикера с управляющим параметром, позволяющая анализировать возможные сценарии развития популяции с учетом ежегодных мер, направленных на регуляцию ее численности.

Уравнения динамики

Модель Морана-Рикера с однолетним запаздыванием имеет вид:

$$x_{n+1} = ax_n \exp(-b_0 x_n - b_1 x_{n-1}), \quad (1)$$

где x_n – численность популяции, с которой она вступает в n -й период размножения, a – репродуктивный потенциал популяции. Множитель $\exp(-b_0 x_n - b_1 x_{n-1})$ характеризует экологическое лимитирование роста численности популяции. Очевидно, что здесь в течение двух поколений – текущего и предыдущего – сказываются ограничения ресурсов жизнедеятельности. Параметр b_1 характеризует степень уменьшения величины необходимых ресурсов, связанных с их потреблением предыдущим поколением. Уменьшение ресурсов может быть, в частности, интерпретировано как эквивалентное снижение репродуктивного потенциала текущего поколения. Параметр b_0 характеризует интенсивность плотно-зависимого экологического лимитирования в условиях ограничения ресурсов, приходящихся на одну особь популяции [2].

Дополнительно предполагается, что ежегодно проводят мероприятия, направленные на

снижение численности популяции, в результате которых гибнет пропорциональная общей численности доля особей. Тогда уравнение динамики (1) принимает вид:

$$x_{n+1} = ax_n(1-u) \exp(-(1-u)x_n b_0 - b_1(1-u)x_{n-1}), \quad (2)$$

где u – доля «изъятия» особей, пропорциональная общей численности. Очевидно, что $0 \leq u \leq 1$. В этом контексте смысл параметра u является управляющим параметром и синонимичен «изъятию» некоторой доли от общей численности с целью поддержки численности популяции на низком или «безопасном» уровне.

Несложная замена переменных $y_n = x_{n-1}$ и переход к новой системе координат $b_0 x_n \rightarrow x_n$, $b_0 y_n \rightarrow y_n$ сводит модель (1) к системе без запаздывания, имеющей вид:

$$\begin{cases} x_{n+1} = ax_n(1-u) \exp((-x_n - \rho \cdot y_n)(1-u)) \\ y_{n+1} = x_n \end{cases}, \quad (3)$$

где $\rho = b_1/b_0$.

Параметр ρ в этом случае характеризует относительный «вклад» предыдущего поколения в экологическое плотностно-зависимое лимитирование воспроизводства популяции.

Результаты исследования

Проведено аналитическое и численное исследование модели (3). Показано, что модель (3) имеет две неподвижные точки: тривиальную, соответствующую гибели популяции, и нетривиальную. При этом равновесная численность монотонно зависит от u : стационарная численность популяции может как увеличиваться, так и уменьшаться с ростом значений управляющего параметра. Продемонстрировано, что при скорости роста популяции больше e в модели возникает эффект

Гидры, когда увеличение интенсивности мер, направленных на снижение, сопровождается ростом численности в силу снижения внутривидовой конкуренции за ресурсы. Как следствие, важно, при каких условиях возникает эффект Гидры, чтобы «изъятием» не спровоцировать вспышку численности [4].

Построены параметрические портреты, соответствующие областям устойчивости модели Морана-Рикера с управляющим параметром (3), позволяющие заключить, что рост u ведет к монотонному расширению областей устойчивости обеих неподвижных точек (рис. 1).

Анализ на устойчивость проводился на основе собственных чисел характеристического многочлена $F(\lambda) = \lambda^2 + p\lambda + q = 0$ матрицы Якоби, построенной для модели (3) [1].

Если $\lambda = 1$, то $F(1) = 0$ соответствует линии транскритической бифуркации (Т); $\lambda = -1$, то это линия бифуркации удвоения периода (PD); $q = 1$, то линия бифуркации Неймарка-Сакера (NS). Найденные границы области устойчивости определяются следующими соотношениями: Т: $a = \frac{1}{1-u}$, PD: $a = \exp\left(\frac{2(\rho+1)}{\rho-1}\right)(1-u)$, NS:

$$a = \exp\left(\frac{\rho+1}{\rho}\right)(1-u) \text{ и представлены на рис. 1.}$$

Проведенный анализ на устойчивость показал, что сценарий потери устойчивости (характер возникающих колебаний) определяется параметром, характеризующим экологическое лимитирование. При $\rho < 1/3$ потеря устойчивости может произойти только при переходе одного из

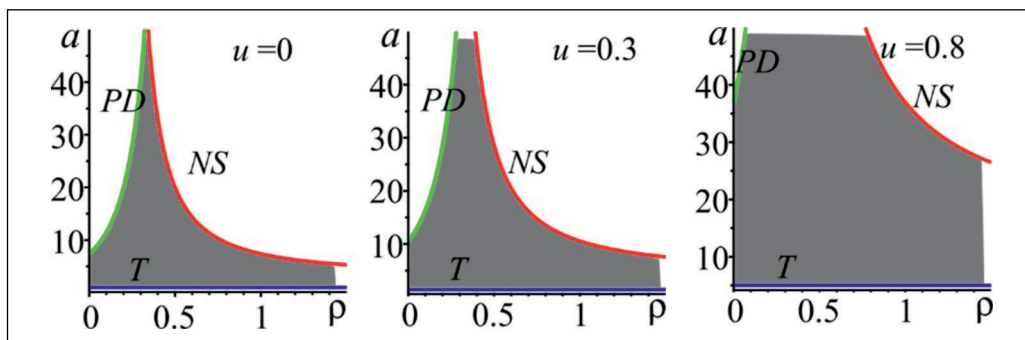


Рис. 1. Область устойчивости нетривиального равновесия (2) при вариации значений параметра u . Т, PD, NS – линии, соответствующие транскритической бифуркации, бифуркации удвоения периода и Неймарка-Сакера бифуркации соответственно

Fig. 1. Stability domain of the nontrivial equilibrium (2) with variations in the parameter u values. T, PD, NS are the lines corresponding to the transcritical bifurcation, the period-doubling bifurcation and the Neimark-Sacker bifurcation, respectively

собственных чисел через -1 и сопровождается рождением предельного 2-цикла. При $\rho > 1/3$ потеря устойчивости может произойти только при комплексно-сопряженных корнях характеристического уравнения, при переходе $|\lambda|$ через 1 , и сопровождается появлением предельных инвариантных кривых. Здесь рост значений параметра ρ приводит к быстрому сужению диапазона устойчивости, т.е. возникновение сложно организованных колебаний численности происходит при более низких значениях репродуктивного потенциала. Следовательно, как только вклад предыдущего поколения в лимитирование воспроизводства популяции начинает превосходить вклад текущего поколения, так при все более низких значениях репродуктивного потенциала возникают колебания численности. В целом можно отметить, что зависимость популяционной динамики от скорости восстановления ресурсов, необходимых для жизнедеятельности вида, приводит к тому, что популяция в большинстве случаев демонстрирует квазипериодическую динамику.

Рост значений коэффициента u расширяет область параметрического пространства, в которой динамика системы стремится к устойчивому равновесию. Действительно, с увеличением u граница области устойчивости нетривиального равновесия, соответствующая потере устойчивости по сценарию Неймарка-Сакера, сдвигается вверх вдоль оси ординат и тем самым расширяет исходную область устойчивости. При этом потеря устойчивости через нее происходит при более высоких значениях репродуктивного потенциала. С другой стороны, при увеличении интенсивности изъятия линия бифуркации удвоение периода также смещается в направлении, ведущем к увеличению исходного размера области устойчивости. Таким образом, возникновение периодических колебаний становится возможным при более высоких значениях скорости роста популяции (рис. 1).

Анализ вида областей устойчивости системы, представленных на рис. 1, позволяет заключить, что при фиксированных значениях демографических параметров, когда свободно развивающаяся популяция демонстрирует нерегулярную динамику, введение управления и последовательное увеличение доли изъятия может привести к стабилизации, а затем к вырождению. При этом двухгодичные колебания возможны в достаточно узком диапазоне значений демографических параметров, и, как правило, реализуются, когда ограничение роста численности осуществ-

ляется преимущественно через плотностно-зависимую регуляцию в текущем году.

Таким образом, показано, что изъятие расширяет область устойчивости нетривиального равновесия, то есть меры, направленные на снижение численности популяции, в перспективе могут стабилизировать динамику. Однако вариация численности популяции или изменяющаяся интенсивность «изъятия» при значениях популяционных параметров из области мультистабильности могут привести к смене наблюдаемого режима динамики за счет смещения текущей численности в бассейн притяжения альтернативного режима динамики. Это связано с тем, что в системе наблюдается явление мультирежимности: при одинаковых значениях демографических параметров популяция может демонстрировать разные типы динамики – стабильную, периодическую или нерегулярную.

В работе [7] модель Морана-Рикера (1) была применена к описанию динамики плотности популяции листовертки листовенничной (*Zeiraphera diniana* Gn.). Найденной Л.В. Недорезовым и Д.Л. Садыковой [7] оценке значений параметров соответствует асимптотический режим, близкий к циклу длины 9, что хорошо согласуется с результатами наблюдений [7]. На рис. 2а приведены результаты описания динамики плотности *Zeiraphera griseana*, полученные в работе [7]. Как видно, модельная траектория хорошо описывает реальные данные, улавливая ключевые пики. В рамках настоящего исследования на основе точечной оценки мы анализируем влияние управляющего параметра на возможные сценарии развития популяции. Для этого были построены модельные траектории при различных значениях коэффициента u , сопоставление которых с реальной динамикой популяции листовертки листовенничной представлено на рис. 2.

Как видно, ежегодные мероприятия, направленные на снижение численности популяции, в перспективе ведут к уменьшению периода колебаний, при этом вспышки численности сохраняются и происходят раньше, чем ожидалось (рис. 2b). При этом увеличение интенсивности «изъятия» уменьшает амплитуду колебаний, и как результат вспышки численности популяции наблюдаются чаще, но с меньшим размахом (рис. 2d). С другой стороны, значения коэффициентов, полученные Л.В. Недорезовым и Д.Л. Садыковой, располагаются в параметрической области, соответствующей ситуации, когда рост «изъятия» сопровождается ростом стационарной численности,

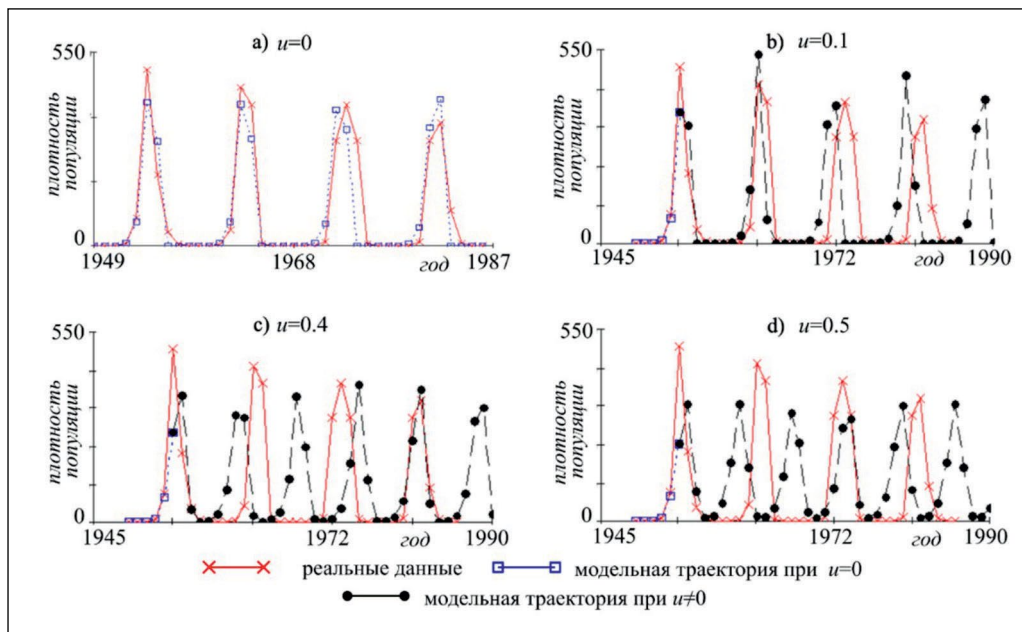


Рис. 2. Результаты описания динамики плотности листовертки лиственничной моделью Морана-Рикера с лагом 1 при вариации значений управляющего параметра. $u=0$ соответствует модельной траектории, построенной по оценке параметров, полученной Л.В. Недорезовым и Д.Л. Садыковой [5]

Fig. 2. Results of the larch leaf roller density dynamics description by the Moran-Ricker model, with a lag of 1, with variations in the control parameter values. $u=0$ corresponds to the model trajectory, constructed on estimation of the parameters made by L.V. Nedorezov and D.L. Sadykova [5]

то есть возникает эффект Гидры. Следовательно, пороговое значение управляющего параметра, переход через которое будет вести к снижению стационарной численности, составляет 0.67. В свою очередь бифуркационное значение параметра u , при котором происходит «схлопывание» инвариантной кривой и переход к стабильной динамике, составляет 0.63. Таким образом, по результатам модельного анализа стабилизация динамики видов, демографические характеристики которых близки к листовертке лиственничной (*Zeiraphera griseana*), будет наблюдаться при ежегодной обработке территории, составляющей более 63%, а снижение стационарной численности – при ежегодной обработке более 67% территории.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузнецов А.П., Седова Ю.В. Бифуркации трехмерных и четырехмерных отображений: универсальные свойства // Известия вузов «ПНД». 2012. Т. 20, № 5. С. 26–43.
2. Неверова Г.П., Фрисман Е.Я. Математическое моделирование динамики локальных однородных популяций с учетом эффектов запаз-

дывания // Математическая биология и биоинформатика. 2015. Т. 10, № 2. С. 309–324. DOI: 10.17537/2015.10.309.

3. Популяционная динамика лесных насекомых / А.С. Исаев, Р.Г. Хлебопрос, Л.В. Недорезов и др. М.: Наука, 2001. 347 с.
4. Ревущая О.Л., Фрисман Е.Я. Промышленное воздействие на динамику популяции с возрастной и половой структурой: оптимальный равновесный промысел и эффект гидры // Компьютерные исследования и моделирование. 2022. Т. 14, № 5. С. 1107–1130. DOI: 10.20537/2076-7633-2022-14-5-1107-1130.
5. Brockhoff E.G., Liebhold A.M. Ecology of forest insect invasions // Biological Invasions. 2017. N 19. P. 3141–3159.
6. Dent D., Binks R.H. Insect pest management. Cabi, 2020.
7. Nedorezov L.V., Sadykova D.L. Dynamics of larch bud moth populations: application of Moran – Ricker models with time lag // Ecological Modelling. 2015. Vol. 297. P. 26–32.
8. Tobin P.C., Berec L., Liebhold A.M. Exploiting

Allee effects for managing biological invasions // Ecology letters. 2011. Vol. 14, N 6. P. 615–624.

REFERENCES:

1. Kuznetsov A.P., Sedova J.V. Bifurcations of three- and Four-Dimensional Maps: Universal Properties. *Izvestiya vuzov «PND»*, 2012, vol. 20, no. 5, pp. 26–43. (In Russ.).
2. Neverova G.P., Frisman E.Ya. Dynamic Regimes of Local Homogeneous Population With Delayed Density Dependence. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*, 2015, vol. 10, no. 2, pp. 309–324. (In Russ.). DOI: 10.17537/2015.10.309.
3. *Populyatsionnaya dinamika lesnykh nasekomykh* (Population dynamics of forest insects), A.S. Isaev, R.G. Khlebopros, L.V. Nedorezov et al. Moscow: Nauka Publ., 2001. 347 p. (In Russ.).
4. Revutskaya O.L., Frisman E.Ya. Harvesting Impact on Population Dynamics with Age and Sex Structure: Optimal Harvesting and the Hydra Effect. *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovaniye*, 2022, vol. 14, no. 5, pp. 1107–1130. (In Russ.). DOI: 10.20537/2076-7633-2022-14-5-1107-1130.
5. Brockerhoff E. G., Liebhold A.M. Ecology of forest insect invasions. *Biological Invasions*, 2017, no. 19, pp. 3141–3159.
6. Dent D., Binks R.H. *Insect pest management*. Cabi, 2020.
7. Nedorezov L.V., Sadykova D.L. Dynamics of larch bud moth populations: application of Moran – Ricker models with time lag. *Ecological Modelling*, 2015, vol. 297, pp. 26–32.
8. Tobin P.C., Berec L., Liebhold A.M. Exploiting Allee effects for managing biological invasions. *Ecology letters*, 2011, vol. 14, no. 6, pp. 615–624.

INFLUENCE OF THE CONTROL PARAMETER ON THE MODES OF THE MORAN-RICKER MODEL DYNAMICS WITH TIME LAG

K.A. Ganzha

In this paper, we consider the Moran-Ricker model with a one-year lag, taking into account the removal, which allows analyzing and evaluating possible scenarios for the development of populations. It is assumed that measures aimed at reducing the population size are taken annually, as a result of which the share of individuals that die is proportional to the total number.

Keywords: population dynamics, density-dependent regulation with delay, dynamic modes, control, larch bud moth (*Zeiraphera diniana* Gn.).

Reference: Ganzha K.A. Influence of the control parameter on the modes of the Moran-Ricker model dynamics with time lag. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 5–9. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-5-9.

Поступила в редакцию 23.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научная статья

УДК 591.526:51

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОДНОРОДНОЙ ПОПУЛЯЦИЕЙ, НАХОДЯЩЕЙСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

О.Л. Жданова¹, Е.А. Колбина¹, Е.Я. Фрисман²

¹Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН,
ул. Радио 5, г. Владивосток, 690041;

²Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: axanka@iacp.dvo.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3090-986X>;

e-mail: pavlova@iacp.dvo.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9565-5605>;

e-mail: frisman@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1629-2610>

Исследуется влияние равновесного промысла с оптимальной долей изъятия на изменение динамики численности и эволюцию популяции с неперекрывающимися поколениями, которая описывается моделью Ферхюльста с генетически определяемыми параметрами. Аналитически показано, что в состоянии, обеспечивающем максимальный уровень изъятия, значение генетического состава остается таким же, как и в случае, когда промысел отсутствует, а равновесная численность снижается в два раза; при этом тип генетического равновесия может меняться.

Ключевые слова: математическая модель, дискретное время, эволюция, r-K-отбор, линейное лимитирование, устойчивость, оптимальный промысел.

Образец цитирования: Жданова О.Л., Колбина Е.А., Фрисман Е.Я. Оптимальное управление однородной популяцией, находящейся под действием естественного отбора // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 10–14. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-10-14.

Оптимизация промысла, являясь ключевой задачей математической биологии, не теряет актуальности. Под оптимальной понимается такая доля изъятия из популяции, которая обеспечивает стабильный максимальный равновесный уровень промыслового изъятия при условии невырождения популяции [1, 3], что в теории позволяет балансировать между экономической выгодой и сохранением биоресурсов. Актуальность проблемы возрастает из-за того, что антропогенное воздействие затрагивает жизнедеятельность большинства природных популяций и ставит под угрозу их существование; здесь можно отметить как видоизменение и фрагментацию среды обитания, так и переэксплуатацию отдельных популяций. Это требует уточнения прогнозов динамики популя-

ций [5, 7]. Современные методы включают машинное обучение и анализ больших данных для управления промыслом [например, 8-9], однако такие методы более ориентированы на внешние проявления изменения динамики численности популяций и сообществ, но не стремятся выявить внутривидовые процессы, являющиеся причиной этих изменений.

В частности, многие наблюдения подтверждают очевидное предположение, что селективный промысел, меняя условия отбора, приводит к трансформации поведенческих характеристик особей, снижению качества потомства и изменению генофонда популяций [6, 10]. Влияние не-селективного промысла на генетический состав популяции не столь очевидно. Данная работа на-

правлена на развитие и дополнение результатов исследований, посвященных анализу эволюционных изменений в однородной популяции, вызванных неселективным оптимальным промыслом [2, 4].

Рассмотрено влияние промысла с постоянной долей изъятия (u) на динамику численности и генетического состава популяции с неперекрывающимися поколениями, подверженной действию плотностно-зависимого естественного отбора:

$$\begin{cases} x_{n+1} = \bar{w}_n x_n \cdot (1-u) \\ q_{n+1} = q_n (w_{AA} q_n + w_{Aa} (1-q_n)) / \bar{w}_n \end{cases} \quad (1)$$

где n – это номер поколения, $\bar{w}_n = w_{AA} q_n^2 + 2w_{Aa} q_n (1-q_n) + w_{aa} (1-q_n)^2$ – средняя приспособленность популяции в n -м поколении, x_n – численность n -ого поколения, измеряемая в относительных единицах; q_n – частота аллеля A в n -м поколении, $w_{AA}(n)$, $w_{Aa}(n)$, $w_{aa}(n)$ – приспособленности генотипов AA , Aa и aa соответственно в n -м поколении; приспособленность зависит от численности популяции линейно: $w_{ij} = 1 + R_{ij}(1 - x/K_{ij})$. Тогда каждый генотип характеризует его ресурсный ($R_{ij} > 0$) и мальтузианский ($R_{ij} < 0$) параметры.

Отметим, что в случае равенства приспособленностей всех генотипов: $w_{ij} = 1 + R(1 - x/K)$ модель (1) представляет собой дискретный аналог модели Ферхюльста: $x_{n+1} = \alpha x_n (1 - x_n/M)$. Корректность данной модели ($x \geq 0$) сохраняется при выполнении следующих условий $\alpha > 2 + 2\sqrt{2}$ [3]. Таким образом, это накладывает на параметры и начальные условия модели (1) следующие ограничения: $R_{ij} < 3$ и $x_0 < K_{ij}(R_{ij} + 1)/R_j$.

Величина изъятия («урожай») в n -м поколении составляет $R_n = u \cdot x_n \cdot \bar{w}_n$. В соответствии с концепцией оптимального промысла необходимо определить уровень изъятия из популяции, который обеспечивает стабильный максимальный равновесный промысловый «урожай» при условии невырождения популяции. Система (1) имеет три равновесных решения: два мономорфных ($\{q=0, x=x_1\}$ и $\{q=1, x=x_2\}$) и одно полиморфное $\{q=q_3, x=x_3\}$. Из первого уравнения системы (1) можно выразить долю изъятия u : $u = 1 - 1/\bar{w}$ и получить выражение, определяющее объем изъятия в виде: $R = x \cdot \bar{w} \cdot u = x \cdot \bar{w} - x$.

Для того чтобы промысел с постоянной долей изъятия был оптимальным, необходимо вы-

полнение условия: $\frac{\partial R}{\partial x} \Big|_{x=\bar{x}} = 0$, следовательно, $\bar{w} + x \cdot \bar{w}' - 1 = 0$. Далее были определены значения численности и оптимальные доли изъятия в каждом нетривиальном равновесии системы (1), а также проанализированы условия их устойчивости.

Оказалось, что стационарные значения частот аллелей в состояниях, обеспечивающих максимальный уровень изъятия, остаются такими же, как и в случае, когда промысел отсутствует, а равновесные значения численности уменьшаются в два раза. Кроме того, аналитически показано, что при оптимальном изъятии, соответствующем отдельному равновесию, данная неподвижная точка всегда имеет одно собственное значение, не превосходящее единицы по модулю. Второе определяется взаимным расположением приспособленности гетерозиготы и гомозигот при соответствующем данному равновесию уровне численности x_i . Мономорфная стационарная точка оказывается устойчивой, если в данном промысловом равновесии приспособленность соответствующей гомозиготы больше приспособленности гетерозиготы; а полиморфное равновесие оказывается устойчивым, если приспособленность гетерозиготы больше приспособленностей обеих гомозигот при соответствующем промысловом равновесном значении численности популяции. С этим связано проявление эффекта смены типа генетического равновесия в результате неизбирательного промысла (пример на рис. 1). Так полиморфная популяция в результате промысла может утратить своё генетическое разнообразие, а мономорфная, наоборот, сохранить.

Отметим, что каждая из найденных долей изъятия u_{ij} является оптимальной только для соответствующего ей равновесия. Для других неподвижных точек данный уровень изъятия является произвольным. В результате динамика численности популяции стабилизируется на равновесном уровне, если система оказывается в области притяжения этого равновесия. Поскольку для других двух неподвижных точек системы (1) текущий уровень изъятия в общем случае не удовлетворяет условиям оптимальности при попадании в их область притяжения, динамика численности популяции может продолжить флуктуировать, поскольку одно из собственных чисел текущего равновесия системы (1) может превосходить единицу по модулю. Поэтому вариация начальных условий может менять как результат эволюции промысловой популяции, так и её динамический режим.

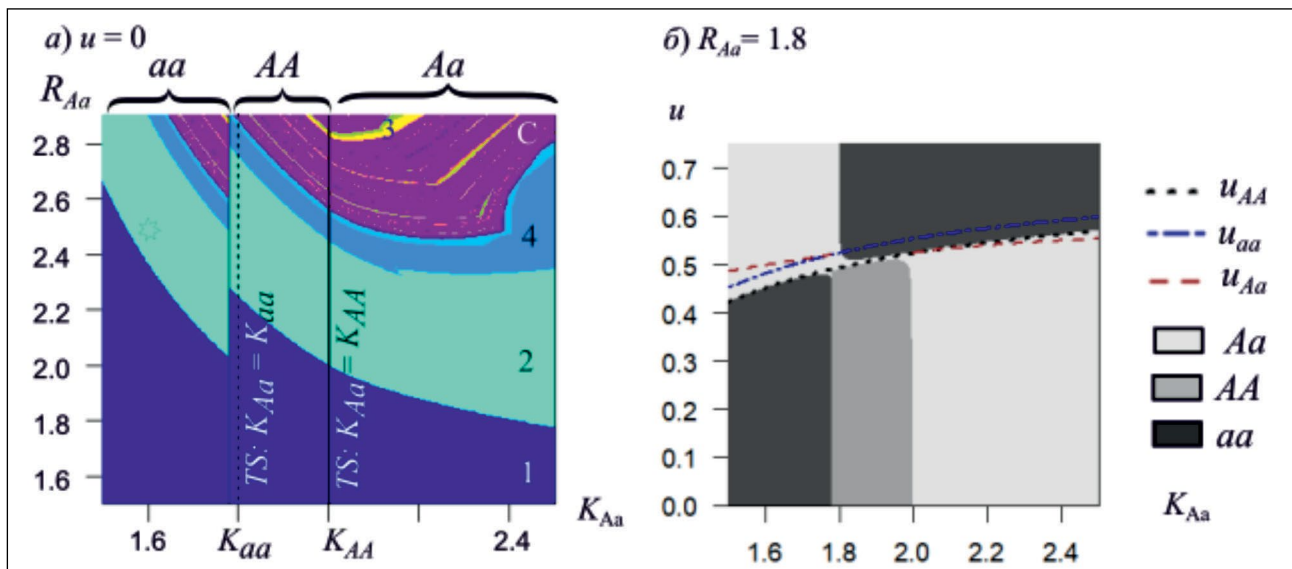


Рис. 1. (а) Карта динамических режимов и генетического состояния свободно развивающейся популяции при фиксированном начальном условии $x_0 = 0.1$, $q_0 = 0.1$. Числам соответствуют длины циклов, С – хаотическая динамика. Символы aa , AA и Aa обозначают два типа мономорфизма и полиморфизм соответственно; характеризуют генетический состав популяции, который установится в результате отбора. б) Карта генетического состояния популяции, подверженной промыслу с фиксированной долей изъятия (u); кривые u_{ij} соответствуют оптимальным равновесным долям изъятия

Fig. 1. (a) Map of dynamic modes and genetic states in an unharvested population with fixed initial conditions ($x_0 = 0.1$, $q_0 = 0.1$). Numbers indicate cycle lengths; C denotes chaotic dynamics. Symbols aa , AA , and Aa represent two monomorphic states and polymorphism, respectively, reflecting the population's genetic composition established through selection. (b) Genetic state map of a harvested population with fixed removal rate (u). Curves u_{ij} correspond to optimal equilibrium removal rates

Работа выполнена в рамках государственных заданий Института автоматики и процессов управления ДВО РАН (тема № FWFV 2021-0004) и Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН (тема № FWUG 2024-0005).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абакумов А.И. Управление и оптимизация в моделях эксплуатируемых популяций. Владивосток: Дальнаука, 1993. 250 с.
2. Жданова О.Л., Колбина Е.А., Фрисман Е.Я. Влияние промысла на генетическое разнообразие и характер динамического поведения менделевской лимитированной популяции // Доклады Академии наук. 2007. Т. 412, № 4. С. 564–567. EDN: IAAKOH.
3. Скалецкая Е.И., Фрисман Е.Я., Шапиро А.П. Дискретные модели динамики численности и оптимизации промысла. М.: Наука, 1979. 320 с.
4. Фрисман Е.Я., Жданова О.Л., Колбина Е.А. Влияние промысла на генетическое разнообразие и характер динамического поведения менделевской лимитированной популяции // Генетика. 2010. Т. 46, № 2. С. 272–281. EDN: LOIXZD.
5. Abakumov A.I., Il'in O.I., Ivanko N.S. Game problems of harvesting in a biological community // Automation and Remote Control. 2016. Vol. 77, N 4. P. 697–707. DOI: 10.1134/S0005117916040135.
6. Birkeland C., Dayton P.K. The importance in fishery management of leaving the big ones // Trends in Ecology & Evolution. 2005. Vol. 20. P. 356–358.
7. Costello C., Ovando D., Clavelle T., Strauss C.K., Hilborn R., Melnychuk M.C., Leland A. Global fishery prospects under contrasting management regimes // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016. Vol. 113, N 18. P. 5125–5129.

DOI: 10.1073/pnas.1520420113.

8. Dunn D.C., Maxwell S.M., Boustany A.M., Halpin P.N. Dynamic ocean management increases the efficiency and efficacy of fisheries management // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2016. Vol. 113, N 3. P. 668–673. DOI: 10.1073/pnas.1513626113.
 9. Dunn N., Curnick D. Using historical fisheries data to predict tuna distribution within the British Indian Ocean Territory Marine Protected Area, and implications for its management // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2019. Vol. 29, N 12. P. 2057–2070. DOI: 10.1002/aqc.3055.
 10. Fenberg P.B., Roy K. Ecological and evolutionary consequences of size-selective harvesting: how much do we know? // *Molecular Ecology*. 2008. Vol. 17. P. 209–220.
- REFERENCES:
1. Abakumov A.I. *Upravlenie i optimizatsiya v modelyakh ekspluatiruemykh populyatsii* (Management and optimization in models of exploited populations). Vladivostok: Dal'nauka Publ., 1993. 250 p. (In Russ.).
 2. Zhadanova O.L., Kolbina E.A., Frisman E.Y. Impact of harvesting on genetic diversity and dynamic behavior of Mendelian-limited population. *Doklady Akademii nauk*, 2007, vol. 412, no. 4, pp. 564–567. (In Russ.). EDN: IAAKOH.
 3. Skaletskaya E.I., Frisman E.Ya., Shapiro A.P. Discrete models of population dynamics and fishery optimization. Moscow: Nauka Publ., 1979. 320 p. (In Russ.).
 4. Frisman E.Y., Zhdanova O.L., Kolbina E.A. Effect of harvesting on the genetic diversity and dynamic behavior of a limited mendelian population. *Genetika*, 2010, vol. 46, no. 2, pp. 272–281. (In Russ.). EDN: LOIXZD.
 5. Abakumov A.I., Il'in O.I., Ivanko N.S. Game problems of harvesting in a biological community. *Automation and Remote Control*, 2016, vol. 77, no. 4, pp. 697–707. DOI: 10.1134/S0005117916040135.
 6. Birkeland C., Dayton P.K. The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends in Ecology & Evolution*, 2005, vol. 20, pp. 356–358.
 7. Costello C., Ovando D., Clavelle T., Strauss C.K., Hilborn R., Melnychuk M.C., Leland A. Global fishery prospects under contrasting management regimes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016, vol. 113, no. 18, pp. 5125–5129. DOI: 10.1073/pnas.1520420113.
 8. Dunn D.C., Maxwell S.M., Boustany A.M., Halpin P.N. Dynamic ocean management increases the efficiency and efficacy of fisheries management. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016, vol. 113, no. 3, pp. 668–673. DOI: 10.1073/pnas.1513626113.
 9. Dunn N., Curnick D. Using historical fisheries data to predict tuna distribution within the British Indian Ocean Territory Marine Protected Area, and implications for its management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2019, vol. 29, no. 12, pp. 2057–2070. doi:10.1002/aqc.3055.
 10. Fenberg P.B., Roy K. Ecological and evolutionary consequences of size-selective harvesting: how much do we know? *Molecular Ecology*, 2008, vol. 17, pp. 209–220. DOI: 10.1111/j.1365-294x.2007.03522.x.

OPTIMAL CONTROL OF A HOMOGENEOUS POPULATION UNDER NATURAL SELECTION

O.L. Zhdanova, E.A. Kolbina, E.Ya. Frisman

The study examines the impact of equilibrium harvesting with an optimal withdrawal rate on the dynamics and evolution of a population with non-overlapping generations, which is described by the Verhulst model with genetically determined parameters. It has been analytically shown that in a state providing the maximum level of seizure, the genetic composition value remains the same as in a population without withdrawal, while the equilibrium population size reduces by half. The type of genetic equilibrium may also shift.

Keywords: *mathematical modeling, discrete time, evolution, r-K selection, linear limiting, stability, optimal harvesting.*

Reference: Zhdanova O.L., Kolbina E.A., Frisman E.Ya. Optimal control of a homogeneous population under natural selection. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 10–14. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-10-14.

Поступила в редакцию 16.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научная статья

УДК 591.526:51

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫСЛА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЙСТВИЯ R-K-ОТБОРА В ПОПУЛЯЦИИ С НЕПЕРЕКРЫВАЮЩИМИСЯ ПОКОЛЕНИЯМИ

А.Ю. Панарад¹, О.Л. Жданова², Е.Я. Фрисман³

¹Дальневосточный федеральный университет,
о. Русский, пос. Аякс 10, г. Владивосток, 690922;

²Институт автоматки и процессов управления ДВО РАН,
ул. Радио 5, г. Владивосток, 690041;

³Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: panarad.ay@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5605-7350>;

e-mail: axanka@iacp.dvo.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3090-986X>;

e-mail: frisman@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1629-2610>

Исследуется влияние промысла с постоянной долей изъятия на динамику численности и эволюцию популяции с неперекрывающимися поколениями в условиях плотностно-зависимого естественного отбора. Показано, что эксплуатация способна изменить направление отбора: если в естественных условиях преимущество имеют K-стратегии, то под промысловым прессом доминирующей может стать r-стратегия. Определены критические условия такого эволюционного перехода.

Ключевые слова: математическая модель, дискретное время, эволюция, r-K-отбор, экспоненциальное лимитирование, устойчивость, промысел.

Образец цитирования: Панарад А.Ю., Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. Влияние промысла на результаты действия r-K-отбора в популяции с неперекрывающимися поколениями // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 15–18. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-15-18.

Известно, что промысел с оптимальной долей изъятия, обеспечивающей максимальный равновесный урожай, стабилизирует численность однородной популяции [1, 8]. Однако более детальный анализ, учитывающий неоднородность, характерную для многих промысловых видов, например, возрастную и половую структуру популяций [6, 7, 11], показывает, что стратегия постоянной оптимальной доли изъятия не даёт ожидаемого эффекта, в частности, она не гарантирует стабилизации динамики численности. Если же популяция обладает генетической неоднородностью, связанной с естественным отбором, такой промысел может изменить направление её эволюции [3, 4] и не всегда стабилизирует численность,

даже для популяций с неперекрывающимися поколениями [2].

Дополнительную неопределённость вносит действие r-K-отбора: определение оптимальной доли изъятия становится нетривиальной задачей, поскольку для генетически мономорфных и полиморфных равновесий эти значения, как правило, не совпадают [2]. Кроме того, на результат эволюции влияют не только внутривидовые параметры, но и начальные условия [5]. В результате эксплуатация генетически неоднородной популяции по «оптимальной» доле изъятия может не привести к ожидаемому типу генетического равновесия – мономорфному или полиморфному, а для других равновесий эта доля изъятия не бу-

дет оптимальной. Последствия такого промысла могут радикально расходиться с прогнозами: от дестабилизации численности и отсутствия ожидаемого эффекта на генетическую структуру до полного вырождения популяции. Таким образом, изучение влияния промысла с произвольной долей изъятия на эволюцию популяции остаётся актуальной задачей.

В данной работе мы анализируем влияние промысла с постоянной долей изъятия (u) на динамику численности и эволюцию популяции с непрерывающимися поколениями, подверженной действию естественного отбора:

$$\begin{cases} x_{n+1} = \bar{w}_n x_n \cdot (1-u) \\ q_{n+1} = q_n (w_{AA} q_n + w_{Aa} (1-q_n)) / \bar{w}_n \end{cases} \quad (1)$$

где n – это номер поколения, $\bar{w}_n = w_{AA} q_n^2 + 2w_{Aa} q_n (1-q_n) + w_{aa} (1-q_n)^2$ – средняя приспособленность популяции в n -м поколении, x_n – численность n -го поколения, измеряемая в относительных единицах; q_n – частота аллеля A в n -м поколении, $w_{AA}(n)$, $w_{Aa}(n)$, $w_{aa}(n)$ – приспособленности генотипов AA , Aa и aa соответственно в n -м поколении; приспособленность зависит от численности популяции экспоненциального:

$w_{ij} = \exp(R_{ij}(1-x/K_{ij}))$. Здесь мальтузианский параметр (R_{ij}) характеризует репродуктивный потенциал популяции или скорость размножения популяции в пустоту (т.е. в отсутствие каких-либо ограничений по ресурсам), ресурсный параметр (K_{ij}) – равновесное значение численности, которое было бы достигнуто популяцией, если бы она состояла только из особей с ij -м генотипом. Отметим, что оба параметра неотрицательны ($R_{ij} > 0$ и $K_{ij} > 0$), причем коэффициент R измеряется в абсолютных единицах, а K – в относительных. Рассматриваемый тип естественного отбора является биологически содержательным, поскольку известны результаты многих наблюдений г- и К-стратегий отбора в лабораторных и природных популяциях как низших, так и высших организмов [9].

Отметим, что в свободно развивающейся популяции (при $u = 0$) результат эволюции в большей степени определяет взаимное расположение ресурсных параметров (K_{ij}), а величины мальтузианских параметров (R_{ij}) устанавливает режим динамики популяции.

Введем следующие обозначения для приспособленностей генотипов с учётом промыслового изъятия: $\tilde{w}_{ij} = (1-u) \cdot w_{ij}$. Тогда динамику

эксплуатируемой популяции можно описать так:

$$\begin{cases} x_{n+1} = x_n \tilde{w}_n \\ q_{n+1} = q_n (\tilde{w}_{AA} q_n + \tilde{w}_{Aa} (1-q_n)) / \tilde{w}_n, \end{cases} \quad (2)$$

$$\tilde{w}_n = \tilde{w}_{AA} q_n^2 + 2\tilde{w}_{Aa} q_n (1-q_n) + \tilde{w}_{aa} (1-q_n)^2 = (1-u) \cdot \bar{w}_n.$$

В общем случае система (2) имеет 2 мономорфных и 1 полиморфное равновесие. Условие существования полиморфного равновесия в эксплуатируемой популяции совпадает с условиями его существования в свободно развивающейся популяции: $K_{Aa} > \max(K_{aa}, K_{AA})$ или $K_{Aa} < \min(K_{aa}, K_{AA})$. Однако условия устойчивости равновесий могут меняться в зависимости от величины изъятия.

В частности, введём следующие обозначения: \tilde{K}_{ij} – значение численности, при котором

$\tilde{w}_{ij}(x = \tilde{K}_{ij}) = 1$ или ресурсный параметр ij -го генотипа, обусловленный промыслом. В данной работе аналитически показано, что в эксплуатируемой популяции результат эволюции в большей степени определяет взаимное расположение обусловленных промыслом ресурсных параметров \tilde{K}_{ij} , а величины мальтузианских параметров ($(1-u) \cdot R_{ij}$) с учётом промыслового изъятия описывает режим динамики популяции.

Проведенное исследование показывает, что интенсивная эксплуатация популяции может существенно влиять на направление естественного отбора. В отсутствие промысла эволюционное преимущество, как правило, остается за генотипами с К-стратегией, которые более эффективно используют ограниченные ресурсы и имеют больший ресурсный параметр. Однако промысловое изъятие может кардинально изменить ситуацию: благоприятствовать г-стратегам, чья высокая репродуктивная способность позволяет компенсировать потери от изъятия, и уже у этих генотипов оказываются преимущества по ресурсным параметрам, обусловленным промыслом. В работе получены границы для доли изъятия, при которых происходит переключение доминирующей стратегии.

Полученные теоретические результаты согласуются с данными о реальных эволюционных изменениях, происходящих на фоне промысла [10, 12]. Как показывают исследования, включая пример с зebровой рыбкой (*Danio rerio*), продолжительный промысел не только изменяет поведенческие признаки (снижение смелости, уменьшение размеров тела), но и вызывает генетические перестройки [12]. Эти метаморфозы подтверждают

гипотезу о том, что промысловая эксплуатация формирует адаптации, повышающие продуктивность при изъятии, но снижающие устойчивость популяции после его прекращения.

Работа выполнена в рамках государственных заданий Института автоматики и процессов управления ДВО РАН (тема № FFWF 2021-0004) и Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН (тема № FWUG 2024-0005).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абакумов А.И. Управление и оптимизация в моделях эксплуатируемых популяций. Владивосток: Дальнаука, 1993. 250 с.
2. Жданова О.Л., Колбина Е.А., Фрисман Е.Я. Влияние промысла на генетическое разнообразие и характер динамического поведения менделевской лимитированной популяции // Доклады Академии наук. 2007. Т. 412, № 4. С. 564–567. EDN: IAAKOH.
3. Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. Влияние оптимального промысла на характер динамики численности и генетического состава двухвозрастной популяции // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2013. № 6. С. 738–748. DOI: 10.7868/S0002332913060179.
4. Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. Модельный анализ последствий оптимального промысла для эволюции двухвозрастной популяции // Информатика и системы управления. 2014. № 2 (40). С. 12–21. EDN: SEWRCV.
5. Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. Проявление мультирежимности в простейшей эколого-генетической модели эволюции популяций // Генетика. 2016. Т. 52, № 8. С. 975–984. DOI: 10.7868/S0016675816080154.
6. Ревуцкая О.Л., Неверова Г.П., Фрисман Е.Я. Влияние промыслового изъятия на динамику популяций с возрастной и половой структурой // Математическая биология и биоинформатика. 2018. Т. 13, № 1. С. 270–289. DOI: 10.17537/2018.13.270.
7. Ревуцкая О.Л., Фрисман Е.Я. Промысловое воздействие на динамику популяции с возрастной и половой структурой: оптимальный равновесный промысел и эффект гидры // Компьютерные исследования и моделирование. 2022. Т. 14, № 5. С. 1107–1130. DOI: 10.20537/2076-7633-2022-14-5-1107-1130.
8. Скалецкая Е.И. Дискретные модели динамики численности и оптимизации промысла / Е.И. Скалецкая, Е.Я. Фрисман, А.П. Шапиро. М.: Наука, 1979. 320 с.
9. Graham J. Reproductive effect and r- and K-selection in two species of *Lacuna* (Gastropods: Prosobranchia) // Marine Biology. 1977. Vol. 40, N 3. P. 217–224.
10. Leclerc M., Zedrosser A., Pelletier F. Harvesting as a potential selective pressure on behavioural traits // Journal of Applied Ecology. 2017. Vol. 54. P. 1941–1945.
11. Tahvonen O. Harvesting an age-structured population as biomass: does it work? // Natural Resource Modeling. 2008. Vol. 21, N 4. P. 525–550.
12. Uusi-Heikkilä S., Whiteley A.R., Kuparinen A., Matsumura S., Venturelli P.A., Wolter C. et al. The evolutionary legacy of size-selective harvesting extends from genes to populations // Evolutionary Applications. 2015. Vol. 8. P. 597–620. DOI: 10.1111/eva.12268.

REFERENCES:

1. Abakumov A.I. *Upravlenie i optimizatsiya v modelyakh ekspluatiruemykh populyatsii* (Management and optimization in models of exploited populations). Vladivostok: Dal'nauka Publ., 1993. 250 p. (In Russ.).
2. Zhdanova O.L., Kolbina E.A., Frisman E.Y. Effect of Harvesting on the Genetic Diversity and Dynamics of a Mendelian Limited Population. *Doklady Akademii nauk*, 2007, vol. 412, no. 4, pp. 564–567. (In Russ.). EDN: IAAKOH.
3. Zhdanova O.L., Frisman E.Ya. The Effect of Optimal Harvesting on the Dynamics of Size and Genetic Composition of a Two-Age Population. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya biologicheskaya*, 2013, no. 6, pp. 738–748. (In Russ.). DOI: 10.7868/S0002332913060179.
4. Zhdanova O.L., Frisman E.Ya. Model Analysis of an Optimal Harvest Effect on Evolution of Population with Two Age Classes. *Informatika i sistemy upravleniya*, 2014, no. 2, pp. 12–21. (In Russ.). EDN: SEWRCV.
5. Zhdanova O.L., Frisman E.Y. Manifestation of multimodality in a simple ecological-genetic model of population evolution. *Genetika*, 2016, vol. 52, no. 8, pp. 975–984. (In Russ.). DOI: 10.1134/S1022795416080159.
6. Revutskaya O.L., Neverova G.P., Frisman E.Ya. Influence of Harvest on the Dynamics of Populations with Age and Sex Structures. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*, 2018, vol. 13, no. 1, pp. 270–289. (In Russ.). DOI: 10.17537/2018.13.270.
7. Revutskaya O.L., Frisman E.Ya. Harvesting Impact on Population Dynamics with Age and Sex Structure: Optimal Harvesting and the Hydra

- Effect. *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovaniye*, 2022, vol. 14, no. 5, pp. 1107–1130. (In Russ.). DOI: 10.20537/2076-7633-2022-14-5-1107-1130.
8. Skaletskaya E.I. *Diskretnye modeli dinamiki chislennosti i optimizatsii promysla* (Discrete models of population dynamics and fishery optimization), E.I. Skaletskaya, E.Ya. Frisman, A.P. Shapiro. Moscow: Nauka Publ., 1979. 320 p. (In Russ.).
 9. Graham J. Reproductive effect and r- and K-selection in two species of *Lacuna* (Gastropods: Prosobranchia). *Marine Biology*, 1977, vol. 40, no. 3, pp. 217–224.
 10. Leclerc M., Zedrosser A., Pelletier F. Harvesting as a potential selective pressure on behavioural traits. *Journal of Applied Ecology*, 2017, vol. 54, pp. 1941–1945.
 11. Tahvonen O. Harvesting an age-structured population as biomass: does it work? *Natural Resource Modeling*, 2008, vol. 21, no. 4, pp. 525–550.
 12. Uusi-Heikkilä S., Whiteley A.R., Kuparinen A., Matsumura S., Venturelli P.A., Wolter C. et al. The evolutionary legacy of size-selective harvesting extends from genes to populations. *Evolutionary Applications*, 2015, vol. 8, pp. 597–620. DOI: 10.1111/eva.12268.

HARVESTING AFFECT ON THE R-K SELECTION IN POPULATIONS WITH NON-OVERLAPPING GENERATIONS

A.Yu. Panarad, O.L. Zhdanova, E.Ya. Frisman

The study examines how harvesting with a fixed removal rate affects population dynamics and evolution in non-overlapping generations under density-dependent selection. We show that exploitation can reverse selection outcomes: while K-strategists dominate in unharvested populations, fishing pressure may favor r-strategists. Threshold conditions for this evolutionary shift are identified.

Keywords: *mathematical modeling, discrete time, evolution, r-K selection, exponential limiting, stability, harvesting.*

Reference: Panarad A. Yu., Zhdanova O.L., Frisman E. Ya. Harvesting affect on the r-K selection in populations with non-overlapping generations. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 15–18. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-15-18.

Поступила в редакцию 16.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научная статья

УДК 575.174.4

ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА ОСОБЕЙ ПО ПЛОДОВИТОСТИ НА СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ПОПУЛЯЦИЙ С ПРОСТОЙ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРОЙ

Г.П. Неверова¹, Е.Я. Фрисман²

¹Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН,
ул. Радио 5, г. Владивосток, 690041,

e-mail: galina.nev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7567-7188>;

²Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: frisman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1629-2610>

В работе исследуется модель эволюции двухвозрастной экологически лимитированной популяции, находящейся под действием естественного отбора, регулирующего плодовитость особей. Проведено аналитическое и численное исследование модели. Показано, что при пониженной репродуктивности гетерозигот в модели возникает мультистабильность, когда в зависимости от начальных значений частот аллелей наряду с «ловушкой бистабильности» может реализовываться устойчивый полиморфизм.

Ключевые слова: эволюция, динамика популяции, математическое моделирование, мономорфизм, полиморфизм.

Образец цитирования: Неверова Г.П., Фрисман Е.Я. Влияние естественного отбора особей по плодовитости на сценарии развития популяций с простой возрастной структурой // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 19–23. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-19-23.

В работе исследуется модель эволюции двухвозрастной экологически лимитированной популяции, находящейся под действием естественного отбора, регулирующего плодовитость особей. Отметим, что связь между продуктивностью (числом детенышей/ litter size) и генотипом является важной областью изучения в генетике и эволюционной биологии [1, 3, 5]. У организмов, генотипы которых имеют высокую плодовитость, больше шансов передать свои гены потомкам, что является движущей силой естественного отбора. Однако высокая плодовитость может быть компенсирована другими факторами, ведущими к ухудшению качества потомства (например, меньший размер детенышей или сниженная выживаемость) [1, 4]. В рамках данного исследования изучается случай, когда разные генотипы характеризуются разной плодовитостью, которая учитывает осо-

бенности гаметопродукции и выживаемости зигот конкретного генотипа на основе простейшей модели эволюции двухвозрастной популяции, в которой плотностно-зависимые факторы лимитируют интенсивность рождаемости, но при этом репродуктивный потенциал определяется генетически и подвержен действию естественного отбора.

Уравнения динамики

Рассматривается ситуация, когда популяция может быть представлена к началу очередного сезона размножения совокупностью двух возрастных классов: младшего, включающего неполовозрелых особей, и старшего, состоящего из особей, участвующих в размножении. При этом предполагается, что рождаемость меняется в процессе микроэволюции, т.е. репродуктивный потенциал – максимально возможная плодовитость особей – является адаптивным признаком, кото-

рый определяется генетически. Для понимания основных закономерностей эволюции динамического поведения численности лимитированной популяции ограничимся рассмотрением простой модельной ситуации, когда все адаптивное разнообразие в популяции определяется одним аутосомным диаллельным локусом с аллеломорфами A и a , что соответствует существованию в популяции трех генотипических групп AA , Aa и aa с различающимися репродуктивными потенциалами. Будем предполагать, что фенотип особи жестко определяется ее генотипом; популяция панмиктична, в ней действуют менделевские правила наследования. Также предполагается, что разные генотипы характеризуются разной плодовитостью, которая определяется величинами гаметопродукции и выживаемости зигот конкретного генотипа. Описанной ситуации соответствует следующая модель [2]:

$$\begin{cases} X_{n+1} = \exp(-\rho x_n - y_n) R_n Y_n = \exp(-\rho x_n - y_n) \cdot \\ \frac{w_{AA} G_n^2 + 2w_A G_n H_n + w_{aa} H_n^2}{2(G_n + H_n)} Y_n \\ Y_{n+1} = s X_n + v Y_n \\ q_{n+1} = \frac{G_n (w_{AA} G_n + w_{Aa} H_n)}{w_{AA} G_n^2 + 2w_{Aa} G_n H_n + w_{aa} H_n^2} \\ p_{n+1} = \frac{s q_n X_n + v p_n Y_n}{s X_n + v Y_n} \end{cases}, \quad (1)$$

где n – номер периода размножения, X_n – численность младшего возрастного класса, Y_n – численность старшего возрастного класса, составляющего репродуктивную часть популяции, p_n – частота аллеля A в старшем возрастном классе; q_n – частота аллеля A в младшем возрастном классе; R_n – интенсивность воспроизводства (средняя плодовитость особей с учетом выживаемости потомков до младшего возраста), параметр $\rho = \alpha / (s\beta)$ – относительный вклад младшей возрастной группы в лимитирование процесса воспроизводства; w_{ij} – коэффициент выживаемости (доля выживших до следующего сезона размножения и пополнивших младший возрастной класс) образовавшихся в процессе размножения зигот ij -го генотипа. Выражениями G_n и H_n обозначены количества гамет A и a соответственно, которые были произведены и вошли в состав зигот, образовавшихся в n -м сезоне размножения:

$$\begin{aligned} G_n &= 2g_{AA} p_n^2 + 2g_{Aa} p_n (1 - p_n), \\ H_n &= 2g_{aa} (1 - p_n)^2 + 2g_{Aa} p_n (1 - p_n), \\ G_n + H_n &= 2g_{AA} p_n^2 + 4g_{Aa} p_n (1 - p_n) + 2g_{aa} (1 - p_n)^2. \end{aligned}$$

Величина $2g_{ij}$ – гаметопродукция, среднее число новых гамет (аллелей) на единицу соответствующего генотипа размножающихся особей, при этом учтена выживаемость гамет вплоть до их вхождения в новые зиготы, причем предполагается, что гетерозиготы Aa производят оба типа гамет (A и a) поровну и выживаемости этих гамет одинаковы (поэтому $g_{Aa} = g_{aA}$). Величины s ($0 < s \leq 1$), v ($0 \leq v \leq 1$) – коэффициенты выживаемости неполовозрелых и половозрелых особей соответственно. Эти коэффициенты не зависят от генотипа, одинаковы для всех генотипических групп.

Результаты исследования

В работе проведено аналитическое и численное исследование эволюционной модели естественного отбора в двухвозрастной экологически лимитированной популяции. Найдены генетически мономорфные и полиморфная стационарные точки, определены условия их существования. Показано, что в зависимости от значений параметров система (1) может иметь от одного до трех полиморфных решений, принимающих значения от нуля до единицы. Для стационарных точек найдены условия их устойчивости. В соответствии с результатами анализа стационарных точек системы выполнено численное исследование модели в различных параметрических областях. Проведена классификация областей различного динамического поведения численности и генетического состава популяции [2]. Можно выделить следующие случаи динамического поведения модели (1):

I. $sw_{ij} g_{ij} < 1 - v$. При этих условиях существует единственное устойчивое тривиальное равновесие, т.е. популяция вырождается в силу недостаточности воспроизводства. При этом генетический состав популяции на момент гибели определяется генотипом с наибольшей продуктивностью $sw_{ij} g_{ij}$.

II. $g_{Aa} sw_{Aa} > \max \{g_{aa} sw_{aa}, g_{AA} sw_{AA}\}$, повышенная продуктивность гетерозигот приводит к устойчивому полиморфизму. В параметрическом пространстве (g_{aa}, g_{AA}) в области $g_{aa} < g_{AA} w_{Aa} / (g_{Aa} w_{aa})$ и $g_{AA} < g_{Aa} w_{Aa} / (g_{Aa} w_{AA})$ существует ненулевое по численности полиморфное равновесие. При небольших значениях продуктивности гетерозиготы $g_{Aa} sw_{Aa}$ это равновесие устойчиво, а при больших значениях $g_{Aa} sw_{Aa}$ около него возникают популяционные колебания различной сложности, но во всех этих случаях популяция оказывается генетически полиморфной.

III. $g_{AA} sw_{AA} > g_{Aa} sw_{Aa} > g_{aa} sw_{aa}$ или $g_{aa} sw_{aa} > g_{Aa} sw_{Aa} > g_{AA} sw_{AA}$ соответствует движущему отбору. В частности, при $g_{aa} sw_{aa} < 1 - v < g_{AA} sw_{AA}$ (при $g_{Aa} sw_{Aa} < 1 - v$) или $g_{aa} sw_{aa} < g_{Aa} sw_{Aa} < g_{AA} sw_{AA}$ (при

$g_{Aa}sw_{Aa} \geq 1-\nu$) в параметрическом пространстве (g_{aa}, g_{AA}) в полуплоскости, ограниченной снизу прямой $g_{AA} = g_{Aa}w_{Aa}/w_{AA}$, существует мономорфное по аллелю A равновесие; достигая его, популяция теряет свое генетическое разнообразие, аллель a вытесняется. С ростом g_{AA} траектории модели переходят в колебательный режим динамики, при этом характер возникающих флуктуаций определяется соотношением параметров ν и ρ . Другими словами, промежуточные значения продуктивности гетерозигот приводят к установлению мономорфизма по аллелям, обеспечивающим большую плодовитость. Однако в узкой области значений параметров наряду с мономорфизмом по аллелю, обеспечивающему большую плодовитость, возможно существование устойчивого полиморфизма, хотя продуктивность одной из гомозигот всегда выше. По факту текущее соотношение генотипов способствует поддержанию полиморфизма, поскольку скорость роста каждой из генотипических групп соизмерима и наблюдается равновесие, когда вытеснение менее продуктивного аллеля не происходит. Однако если изначально в популяции преобладает аллель A , то в перспективе произойдет элиминация аллеля a в силу более высокого репродуктивного потенциала гомозиготы AA . Следовательно, в этой области возникает бистабильность мономорфного и полиморфного решений, и по факту у популяции появляется шанс сохранить генетическое разнообразие, несмотря на то, что с точки зрения эволюции более «приспособленной» и перспективной оказывается гомозигота.

IV. $g_{Aa}sw_{Aa} < \min\{g_{aa}sw_{aa}, g_{AA}sw_{AA}\}$ соответствует пониженной продуктивности гетерозиготы, при этом система (1) имеет одно полиморфное решение. В этом случае продуктивность гетерозиготы меньше продуктивности каждой из гомозигот, и существуют оба мономорфных равновесия, а при $g_{Aa}sw_{Aa} > 1-\nu$ еще и полиморфное равновесие, которое всегда неустойчиво. Здесь в зависимости от начальных условий популяция «сваливается» либо в одно мономорфное состояние, когда происходит вытеснение аллеля a , либо в другое, тогда происходит вытеснение аллеля A , т.е. в любом случае популяция теряет свое генетическое разнообразие. При этом численность популяции либо стремится к соответствующему мономорфному равновесию, либо флуктуирует около этого равновесия. Другими словами, возникает «ловушка бистабильности», когда более перспективная форма не может естественным образом вытеснить

явно более слабого по репродуктивным показателям генетического конкурента.

V. $g_{Aa}sw_{Aa} < \min\{g_{aa}sw_{aa}, g_{AA}sw_{AA}\}$ соответствует пониженной продуктивности гетерозиготы, при этом система (1) имеет три полиморфных решения, притягивающим из которых оказывается только одно. В этом случае в модели при пониженной продуктивности гетерозиготы возникает бифуркация, приводящая к сохранению полиморфизма. По итогу в системе одновременно существуют оба мономорфных и полиморфное равновесия, каждое из которых является притягивающим. Следовательно, в дополнение к «ловушке бистабильности», ведущей к утрате одного из аллелей, добавляется третий эволюционный сценарий развития популяции: полиморфизм, обеспечивающий сохранение генетического разнообразия. Другими словами, ежегодно продуцируемое в популяции соотношение гамет A и a достаточно для поддержки полиморфизма, сохранение которого обусловлено тем, что гетерозиготные особи производят гаметы двух типов, а также тем, что пониженное воспроизводство гетерозигот компенсируется панмиксией гамет от гомозиготных особей. При этом смещение текущего генетического состава в сторону существенного преобладания одного из аллелей может привести в перспективе к мономорфной популяции в связи с утратой одного из аллелей. Таким образом, данная мультистабильность при одних и тех же значениях популяционных параметров, в случае вариации текущего возрастного и/или генетического состава популяции, может привести не только к смене динамического режима за счет эволюционного роста плодовитости особей, но и к смене направления эволюции.

Дополнительно проведено численное исследование модели, которое показало, что появление (например, в результате мутаций) новых аллелей, обеспечивающих больший репродуктивный потенциал особей, приводит к естественному отбору этих аллелей и закономерному эволюционному росту среднего значения репродуктивного потенциала в популяции. Однако это увеличение среднего значения репродуктивного потенциала при плотностной регуляции рождаемости вызывает возникновение колебаний динамики численности возрастных групп. Сценарии изменений режимов динамики могут быть различны и зависят от параметров модели, но основной результат всегда одинаков: динамика становится все более сложной и, как правило, все более хаотической.

Заключение

Таким образом, в ходе исследования показано, что итоговый генетический состав популяции во многом определяется взаимным расположением значений продуктивности гетерозигот и гомозигот. При повышенной продуктивности гетерозиготы модель естественно предсказывает устойчивый полиморфизм, при промежуточном доминировании – переходящий полиморфизм до мономорфизма или новой мутации. Вместе с тем обнаружено, что в довольно ограниченном диапазоне значений параметров при промежуточном доминировании, а также пониженной продуктивности гетерозигот в популяции возникает мультистабильность, когда наряду с «ловушкой бистабильности» может реализовываться полиморфизм. Бистабильность проявляется в том, что устойчивыми являются оба мономорфных состояния равновесия, и начальные соотношения численностей возрастных классов и частот аллелей определяют тот генотип, который останется в популяции. Таким образом, при подобной мультистабильности влияние факторов внешней среды может играть определяющую роль в ходе эволюции, поскольку случайное изменение текущей численности популяции и соответственно ее генетического состава может изменить направление естественного отбора. В частности, показано, что возможна ситуация, когда более перспективная форма не может естественным образом вытеснить явно более слабого по репродуктивным показателям генетического конкурента или же, наоборот, произойдет сохранение генетического разнообразия. Но в любом случае рост средней плодовитости особей приводит к дестабилизации динамики численности возрастных групп, а характер возникающих колебаний определяется процессами экологического лимитирования.

Работа выполнена в рамках государственных заданий Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН (тема № FFW-2021-0004) и Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН (тема 125011000074-3).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Евсиков В.И., Потапов М.А. Эволюционная экология плодовитости животных: 50 лет изучения размножения как связующего звена поколений млекопитающих // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2011. Т. 15, № 1. С. 7–21. EDN: NYPTZN.
2. Неверова Г.П., Фрисман Е.Я. Возникновение

сложных режимов динамики численности популяций с простой возрастной структурой в ходе естественного отбора особей по плодовитости // Генетика. 2025 (в печати).

3. Itô Y., Iwasa Y. Evolution of litter size: I. Conceptual reexamination // *Researches on Population Ecology*. 1981. Vol. 23, N 2. P. 344–359. DOI: 10.1007/BF02515636.
4. Rauw W.M., Luiting P., Beilharz R.G. et al. Selection for litter size and its consequences for the allocation of feed resources: a concept and its implications illustrated by mice selection experiments // *Livestock Production Science*. 1999. Vol. 60, N 2–3. P. 329–342. DOI: 10.1016/S0301-6226(99)00104-9.
5. Wilsterman K., Bautista A.I., Butler C.E. et al. Evolution of litter size: proximate and ultimate mechanisms // *Integrative and Comparative Biology*. 2024. Vol. 64, N 6. P. 1643–1660. DOI: 10.1093/icb/icae052.

REFERENCES:

1. Evsikov V.I., Potapov M.A. Evolutionary ecology of animal fertility: 50-year investigation of reproduction as a link between generations in mammals. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*, 2011, vol. 15, no. 1, pp. 7–21 (In Russ.). EDN: NYPTZN.
2. Neverova G.P., Frisman E.Ya. The emergence of complex population dynamics in age-structured populations under natural selection for fertility. *Genetika*, 2025. (In Russ.).
3. Itô Y., Iwasa Y. Evolution of litter size: I. Conceptual reexamination. *Researches on Population Ecology*, 1981, vol. 23, no. 2. pp. 344–359. DOI: 10.1007/BF02515636.
4. Rauw W. M., Luiting P., Beilharz R.G. et al. Selection for litter size and its consequences for the allocation of feed resources: a concept and its implications illustrated by mice selection experiments. *Livestock Production Science*, 1999, vol. 60, no. 2–3, pp. 329–342. DOI: 10.1016/S0301-6226(99)00104-9.
5. Wilsterman K., Bautista A.I., Butler C.E. et al. Evolution of litter size: proximate and ultimate mechanisms. *Integrative and Comparative Biology*, 2024, vol. 64, no. 6, pp. 1643–1660. DOI: 10.1093/icb/icae052.

INFLUENCE OF INDIVIDUALS NATURAL SELECTION BY FERTILITY ON SCENARIOS OF POPULATIONS WITH SIMPLE AGE STRUCTURE DEVELOPMENT

G.P. Neverova, E.Ya. Frisman

The paper studies the model of evolution for a two-stage population with birth rate limitation, under the influence of natural selection regulating individual fertility. The model analytical and numerical research has been carried out. With a reduced reproductive potential of heterozygotes, the model is shown to reveal multistability when, depending on the initial values of allele frequencies, stable polymorphism can be realized along with the «bistability trap».

Keywords: *evolution, population dynamics, mathematical modeling, monomorphism, polymorphism.*

Reference: Neverova G.P., Frisman E.Ya. Influence of individuals natural selection by fertility on scenarios of populations with simple age structure development. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 19–23. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-19-23.

Поступила в редакцию 19.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научная статья

УДК 517.925.42:574.34

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОБЫЧИ ТРУДНОВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ

Е.В. Курилова, М.П. Кулаков

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,

ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: katkurilova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9104-1032>;

e-mail: k_matvey@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7060-2731>

На основе математической модели взаимодействующих популяций типа «хищник–жертва» проведено исследование потребления природных ресурсов из системы с медленным восстановлением добываемого ресурса. Предложенная модель учитывает насыщение численности хищника, воспроизводство которого ограничивается объемом доступной кормовой базы и способом ее потребления. Рассматривается задача оптимизации добычи хищника и жертвы. Показано, что существует оптимальная доля изъятия, которая обеспечивает максимальный доход при устойчивом развитии сообщества.

Ключевые слова: ресурсы, хищник–жертва, миграция, изъятие, оптимизация промысла.

Образец цитирования: Курилова Е.В., Кулаков М.П. Оптимизация добычи трудно возобновляемых ресурсов // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 24–28. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-24-28.

В настоящее время одной из основных причин ухудшения состояния окружающей среды является нерациональное использование природных ресурсов. Как известно, многие виды ресурсов способны к восстановлению своей численности (плотности), но время восстановления их биомассы исчисляется разным сроком: от нескольких лет (животные и травянистые растения) до нескольких десятков или сотен (лесные массивы), а порой и тысяч (гумус) лет, причем скорость восполнения ресурса в значительной степени зависит от его текущего объема. Однако в связи с увеличением потребностей человечества скорость изъятия трудно возобновляемых ресурсов значительно превышает скорость восстановления, что приводит к их истощению. Таким образом, поиск оптимальных объемов потребления природных ресурсов в таких условиях является важным шагом к разработке стратегий рационального природопользования [2]. Одним из основных методов исследования таких процессов является математическое моделирование, позволяющее определить

оптимальный объем изъятия потребляемого ресурса, который сохраняет численность на устойчивом ненулевом уровне и не приводит в обозримой перспективе к исчерпанию ресурсов [5, 6, 8]. Кроме того, интересно оценить, как меняется объем добычи, в том числе оптимальный, в зависимости от характера взаимодействий в сообществе, способов потребления жертв хищниками, а также различных стратегий промысла.

Настоящая работа посвящена исследованию модели динамики потребления трудно возобновляемых природных ресурсов [4], основанной на принципах и подходах математического моделирования популяционных взаимодействий по типу «хищник–жертва» [1, 3]. Рассматривается локальное сообщество хищник–жертва, в котором восполнение биомассы жертвы происходит за счет постоянного притока особей с сопредельных территорий (или характерного для растений естественного восстановления) и не зависит от их текущей численности (рис. 1а) [5]. Темп восполнения кормовой базы значительно ниже скорости

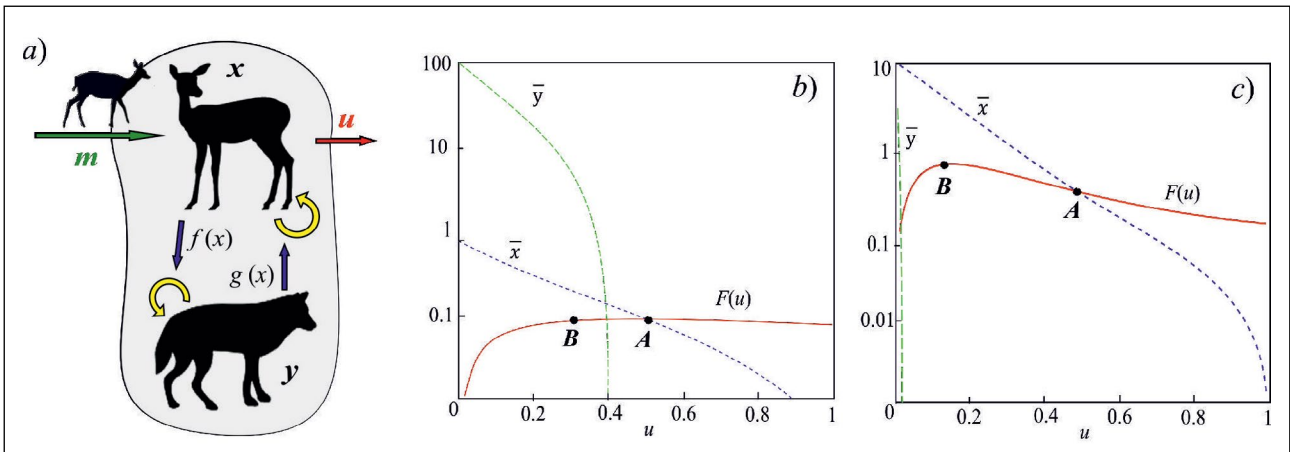


Рис. 1. а) Схематическое изображение модели локального сообщества «хищник–жертва» с постоянной скоростью восполнения добываемого ресурса; б)-с) объем изъятия $F(u) = u\bar{x}$, стационарная численность хищника \bar{y} и жертвы \bar{x} в зависимости от доли изъятия u при $b = 0.003$, $\alpha = 0.002$, $\beta = 0.01$, $m = 0.2$; б) численность хищника превышает объем кормовой базы при $c_0 = 0.05$, $c_1 = 0.1$, с) численность хищника ниже численности жертв при $c_0 = 0.1$, $c_1 = 0.01$ (в обоих случаях на оси ординат использован логарифмический масштаб)

Fig. 1. а) Schematic diagram for a model of a local predator-prey community with a constant rate of the harvested resource replenishment; б)-с) withdrawal volume $F(u) = u\bar{x}$, steady-state abundance of predator \bar{y} and prey \bar{x} as a function of the removals proportion u at $b = 0.003$, $\alpha = 0.002$, $\beta = 0.01$, $m = 0.2$; б) the predator outnumbers the prey at $c_0 = 0.05$, $c_1 = 0.1$, с) predator numbers are lower than prey numbers (logarithmic scale is used on the ordinate axis) at $c_0 = 0.1$, $c_1 = 0.01$

воспроизводства численности хищника. При этом процесс потребления происходит с насыщением, когда увеличение биомассы хищников не приводит к существенному возрастанию объемов потребления жертв, т.е. независимо от численности хищников даже при достаточно высоком объеме кормовой базы потребляется ограниченное количество добычи. Популяция хищников в свою очередь также имеет предел своего роста, ограниченного как численностью жертвы, так и границами ареала обитания. В результате без промыслового воздействия оба вида способны на устойчивое сосуществование [4].

Модель динамики численностей локального сообщества «хищник–жертва» с изъятием особей из популяции с медленным восстановлением добываемого ресурса имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{d x}{d t} = -\frac{bxy}{1 + \beta y} + m - u x, \\ \frac{d y}{d t} = -c_0 y + \frac{c_1 x y}{1 + \alpha y}, \end{cases} \quad (1)$$

где x – плотность популяции жертв (добываемого ресурса), y – плотность популяции хищников, b – коэффициент, отражающий зависимость скорости

потребления жертв от численности хищников, m – постоянная скорость восполнения численности жертв, c_0 – постоянная, характеризующая скорость снижения численности хищников в условиях отсутствия ресурсов (при $x = 0$), c_1 – коэффициент, отражающий зависимость прироста численности хищников от количества и доступности жертв, параметры α и β характеризуют процессы насыщения численности хищника и потребления жертв соответственно, u – относительная скорость изъятия (промысла) жертвы.

В работе [4] было показано, что в модели (1) постоянное устойчивое потребление ($b > 0$) хищниками жертв в условиях отсутствия промысла (при $u = 0$), которое обеспечивает их сосуществование, возможно при выполнении следующих условий:

- умеренный прирост численности хищников за счет потребления жертв ($c_0 < c_1$);
- постоянная скорость восстановления численности жертв ($m > 0$).

Модель (1) при $u=0$ описывает устойчивое потребление жертв хищником при всех положительных значениях коэффициентов, которые соот-

ветствуют двум типам динамического поведения: «монотонное» – устойчивый узел или «колебательное» – устойчивый фокус либо устойчивый предельный цикл. Монотонный вариант потребления кормовой базы хищником предполагает постоянную скорость восстановления и потребления ее биомассы, колебательный – отражает повторяющиеся спады и подъемы потребления.

В случае отсутствия промысла при сравнении значений коэффициентов b/β и c_1/α модели (1) можно сделать вывод об эффективности потребления хищником биомассы жертвы или ее перевода в собственную биомассу. Когда $c_1/\alpha \geq b/\beta$, способ потребления жертв хищником является эффективным, то есть небольшое увеличение скорости потребления кормовой базы приводит к быстрому росту численности хищников, когда $c_1/\alpha \leq b/\beta$, можно говорить о неэффективном потреблении жертв. Такой способ потребления приводит к снижению численности хищников при увеличении скорости поглощения биомассы жертв [4, 5].

Кроме того, обнаружено, что рассматриваемая модель при $u=0$ содержит в себе как простые устойчивые режимы, так и быстро-медленную колебательную динамику, соответствующую максимальному предельному циклу, состоящему из резких скачков и более плавного падения численности. Появление подобных режимов соответствует чередованию периодов активного истребления жертвы, сопровождаемого ростом численности хищников, и периодов длительного восстановления численности жертв, в течение которого их добыча практически не осуществляется.

В системе (1) изъятие осуществляется из популяции жертв с долей u от текущей численности $x(t)$. В результате объем изъятия за единицу времени равен (между моментами τ и $\tau+1$):

$$F(u) = \int_{\tau}^{\tau+1} u x(u, t) dt.$$

В данной работе рассматривается промысел в стационарном (равновесном) состоянии популяции. Тогда объем изъятия равен величине:

$$F(u) = u\bar{x}.$$

В случае изъятия особей ($u > 0$) из популяции с медленным восстановлением численности возможны два варианта развития рассматриваемого сообщества, отличающиеся соотношением параметров естественной смертности и восполнения (рис. 1b-c).

Первый случай (рис. 1b) отражает ситуацию, при которой на рассматриваемой территории существует популяция крупной жертвы (напри-

мер, северный олень, изюбр и т.д.), масса тела которых превосходит массу тела хищника (например, волка). В этом случае хищнику требуется относительно небольшой объем жертв, а устойчивое развитие сообщества возможно даже при небольшом превышении численности хищника над численностью жертв. Очевидно, в системе (1) это возможно из-за постоянного притока новых особей с сопредельных территорий (медленного восстановления). Благодаря этому даже существенная доля промыслового изъятия ($u < 0.5$) жертвы не способна дестабилизировать общую динамику сообщества. В этом случае существует доля изъятия (точка B на рис. 1b), обеспечивающая максимальный доход от промысла при сосуществовании обоих видов. В результате промысла текущая стационарная численность жертвы плавно снижается, так как восполнение ее биомассы происходит очень медленно. Хищник при этом быстро реагирует на изменение численности жертв, что приводит к резкому уменьшению его численности. Увеличение объема промысла (превосходящего долю оптимального изъятия (точка B)) способствует уменьшению биомассы жертв ниже уровня, необходимого для пропитания хищников, что приводит к вырождению их популяции. Другими словами, кривая объема изъятия $F(u)$ имеет насыщение в точке B , после которой увеличение доли изымаемых особей не приводит к увеличению объемов промысла (доход), однако приводит к резкому падению численностей обеих популяций. Если же доля изъятия не превышает этого значения, то промысел будет стабилизировать общую динамику системы (1). При значительном превышении доли изъятия сверх оптимального значения численность жертв падает до труднодоступного уровня, что, в свою очередь, ведет к вырождению популяции хищника.

Во втором случае на рассматриваемой территории обитает мелкий, но многочисленный вид жертвы (например, популяции криля, морских рыб), превосходящий своей биомассой численность хищника (китообразных, тюленей, морских котиков) (рис. 1c). В этом случае для хищника необходим большой объем кормовой базы, которая оказывается для него труднодоступной, но критически важной для выживания. В этом случае промысловик жестко «конкурирует» с хищником за жертву. В результате хищник будет остро реагировать даже на небольшое изъятие жертв, снижая численность вплоть до полного вырождения популяции. Вместе с тем для лишенной «естественного» хищника жертвы улучшаются условия

существования и небольшой промысел (не превосходящий оптимальной доли изъятия (точка B на рис. 1с)) выступает как лимитирующий фактор, сдерживающий рост ее численности. Объем изъятия $F(u)$ достигает максимума в точке B (рис. 1с), соответствующей оптимальной доле изъятия, при пересечении которой рентабельность (доход) промысла существенно снижается.

В каждом из двух случаев при доле изъятия $u = 0.5$ в популяции жертв остается ровно половина изъятых особей (точка A на рис. 1б-с). В результате при столь интенсивном промысле (и некотором превышении доли $u = 0.5$) медленно-восстанавливающая популяция жертв может быстро достичь низких численностей и будет быстро истреблена при некотором превышении доли $u > 0.5$. Вместе с тем, поскольку она существует лишь за счет притока с сопредельных территорий, то после прекращения промысла она все же медленно восстановится. Однако это не приведет к самостоятельному восстановлению хищника.

В результате исследования показано, что небольшая доля изъятия особей из популяции крупной жертвы с медленной скоростью восстановления в целом стабилизирует общую динамику рассматриваемого сообщества «хищник–жертва», однако превышение этой доли сверх оптимального значения приводит к вымиранию хищников на данной территории и падению численности жертвы до труднодоступного уровня (рис. 1б). При этом даже небольшой промысел многочисленных особей мелкой жертвы из кормовой базы хищников дестабилизирует динамику взаимодействующих популяций и приводит к полному исчезновению популяции хищников.

Таким образом, сравнительно простая модель позволяет провести качественное исследование эффектов промысла из системы «хищник–жертва» с медленным восстановлением жертв, получить оценки эффективности промысла, а также описать возможные сценарии развития рассматриваемого сообщества для разного объема изымаемого ресурса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Базыкин А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. М.: Ижевск: Ин-т компьют. исслед., 2003. 368 с.
2. Волдеаб М.С., Родина Л.И. О способах добычи возобновляемого ресурса из структурированной популяции // Вестник российских университетов. Математика. 2022. Т. 27, № 137. С. 16–26. DOI: 10.20310/2686-9667-2022-27-137-16-26.

3. Кириллов А.Н., Иванова А.С. Метод касательного управления системой «хищник-жертва» // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Математическое моделирование и программирование». 2025. Т. 18, № 1. С. 15–34. DOI: 10.14529/mmp250102.
4. Курилова Е.В., Кулаков М.П., Фрисман Е.Я. Моделирование динамики потребления трудно возобновляемых ресурсов // Информатика и системы управления. 2023. Т. 2, № 76. С. 18–32. DOI: 10.22250/18142400_2023_76_2_18.
5. Курилова Е.В., Фрисман Е.Я. Моделирование динамики взаимодействующих популяций типа «хищник-жертва» при постоянной миграции особей с сопредельных территорий // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 1. С. 62–77. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-1-62-77.
6. Неверова Г.П., Абакумов А.И., Фрисман Е.Я. Влияние промыслового изъятия на режимы динамики лимитированной популяции: результаты моделирования и численного исследования // Математическая биология и биоинформатика. 2016. Т. 11, № 1. С. 1–13. DOI: 10.17537/2016.11.1.
7. Ревуцкая О.Л., Неверова Г.П., Фрисман Е.Я. Влияние промыслового изъятия на динамику популяций с возрастной и половой структурой // Математическая биология и биоинформатика. 2018. Т. 13, № 1. С. 270–289. DOI: 10.17537/2018.13.270.
8. Фрисман Е.Я., Ласт Е.В. Нелинейные эффекты в популяционной динамике, связанные с возрастной структурой и влиянием промысла // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2005. № 5. С. 517–530. EDN: HTAIGJ.

REFERENCES:

1. Bazykin A.D. *Nelineinaya dinamika vzaimodeistvuyushchikh populyatsii* (Nonlinear dynamics of interacting populations). Moscow: Izhevsk: Institute of Computer Research, 2003. 368 p. (In Russ.).
2. Woldeab M.S., Rodina L.I. About the methods of renewable resource extraction from the structured population. *Vestnik rossiiskikh universitetov. Matematika*, 2022, vol. 27, no. 137, pp. 16–26. (In Russ.). DOI: 10.20310/2686-9667-2022-27-137-16-26.
3. Kirillov A.N., Ivanova A.S. Method of Tangential Control of “Predator-Prey” System. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Matematicheskoe modelirovanie i pro-*

- grammirovaniye*», 2025, vol. 18, no. 1, pp. 15–34. (In Russ.). DOI: 10.14529/mmp250102.
4. Kurilova E.V., Kulakov M.P., Frisman E.Ya. Modeling the Dynamics of Hard-To-Renew Resources Consumption. *Informatika i sistemy upravleniya*, 2023, vol. 2, no. 76, pp. 18–32. (In Russ.). DOI: 10.22250/18142400_2023_76_2_18.
 5. Kurilova E.V., Frisman E.Ya. Modeling the Dynamics of Interacting Predator-Prey Populations with Constant Migration of Individuals from Adjacent Territories. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 1, pp. 62–77. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-1-62-77.
 6. Neverova G.P., Abakumov A.I., Frisman E.Ya. Dynamic Modes of Exploited Limited Population: Results of Modeling and Numerical Study. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*, 2016, vol. 11, no. 1, pp. 1–13. (In Russ.). DOI: 10.17537/2016.11.1.
 7. Revutskaya O.L., Neverova G.P., Frisman E.Ya. Influence of Harvest on the Dynamics of Populations with Age and Sex Structures. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*, 2018, vol. 13, no. 1, pp. 270–289. (In Russ.). DOI: 10.17537/2018.13.270.
 8. Frisman E.Ya., Last E.V. Nonlinear Effects on Population Dynamics Related to Age Structure and Fishery Impact. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya biologicheskaya*, 2005, no. 5, pp. 517–530. (In Russ.). EDN: HTAIGJ.

OPTIMIZATION OF HARD-TO-RENEW RESOURCES EXTRACTION

E.V. Kurilova, M.P. Kulakov

Based on a mathematical model of the predator-prey type interacting populations, we have investigated consumption of natural resources in a system with slow recovery of harvested resource. The proposed model incorporates the saturation effect in the predator population, whose reproduction is limited by the volume of available food and the way of its consumption. The focus of the study is on the problem of optimizing predator and prey production. It is shown that there is an optimal withdrawal rate that ensures maximum income with the sustainable development of the community.

Keywords: resources, predator-prey, migration, removals, optimization of harvesting.

Reference: Kurilova E.V., Kulakov M.P. Optimization of hard-to-renew resources extraction. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 24–28. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-24-28.

Поступила в редакцию 17.05.2025

Принята к публикации 17.06.2025

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научная статья

УДК 51-76:630*8(571.6)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК В ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ

А.Н. Колобов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: alex_0201@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1048-4876>

На основе имитационного моделирования исследовали процесс восстановления запаса и структуры елового древостоя после выборочных рубок с разной интенсивностью изъятия деревьев. Результаты моделирования показали, что, когда запас древостоя достигает значения, которое было до рубки, структура древостоя не восстанавливается в исходное состояние. При интенсивности изъятия 10–40% для восстановления структуры древостоя требуется на 10–15 лет больше, чем для восстановления запаса.

Ключевые слова: имитационная модель, выборочные рубки, восстановление древостоя после рубки, запас древесины, структура древостоя.

Образец цитирования: Колобов А.Н. Имитационное моделирование выборочных рубок в еловых древостоях Дальневосточного региона России // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 29–33. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-29-33.

В настоящее время интенсивное использование лесных ресурсов приводит к возникновению различных неблагоприятных последствий, связанных с вырождением естественных лесов, ухудшением их состояния, биоразнообразия и уменьшением запасов древесины. В связи с этим важным аспектом являются вопросы рационального использования этих ресурсов.

Рациональное лесопользование представляет собой непрерывное и неистощительное использование лесных ресурсов с такой интенсивностью и таким образом, чтобы обеспечить их биологическое разнообразие, продуктивность и возобновление, а также способность выполнять соответствующие экологические, экономические и социальные функции.

Одним из методов рационального лесопользования являются выборочные рубки, которые предусматривают формирование молодого подраста с одновременным использованием спелой древесины, обеспечивая непрерывное возобновление, выращивание и эксплуатацию леса.

Выборочная рубка – это метод лесопользования, при котором периодически вырубается отдельные деревья в количестве, гарантирующем сохранение и эффективное восстановление леса. В лесу после выборочной рубки полностью сохраняется биоценоз, благоприятствующий росту основной лесобразующей породы и быстрому восстановлению древостоя [1].

В настоящей работе приведены результаты моделирования процессов восстановления разновозрастных еловых древостоев после выборочных рубок разной интенсивности. По степени распространения и хозяйственному значению елово-пихтовые леса являются одной из преобладающих лесных формаций на Дальнем Востоке России, уступая по площади и запасам только лиственничникам.

Для решения этих задач использовали имитационную компьютерную модель, в которой учитывается пространственное расположение каждого дерева [2, 4]. Такой подход позволяет легко имитировать различные режимы выборочных

рубок, удаляя часть деревьев необходимого размера и пространственного расположения на любом шаге моделирования.

Результаты вычислительных экспериментов

На основе имитационной модели исследовали процесс восстановления запаса и структуры елового древостоя до исходного состояния после выборочных рубок с разной интенсивностью изъятия деревьев. Моделирование выборочных рубок осуществлялось на площадке размером 40×40 м, когда древостой достигал разновозрастной стадии развития, что составляет порядка 700 лет. Вырубались деревья, начиная с максимального диаметра и ниже, пока не был получен необходимый процент по запасу. Оценивали скорость и степень восстановления структуры древесного сообщества до прежнего состояния. Для оценки степени восстановления структуры древостоя после выборочной рубки использовали распределение деревьев по ступеням толщины, сравнивая его с первоначальным состоянием.

При проведении вычислительных экспериментов рассматривали интенсивность изъятия в размере 10%, 20%, 30% и 40% от общего запаса

древесины, что согласуется с рекомендациями к проведению добровольно-выборочных рубок. Согласно этим рекомендациям, интенсивность рубки составляет 15–20% через 8–15 лет, 21–30% через 15–30 лет, 40% с периодичностью 25–40 лет в зависимости от состояния насаждения и хода возобновления [3]. Результаты моделирования показали, что при такой интенсивности изъятия запас древостоя восстанавливается до прежнего состояния через 20, 35, 45 и 60 лет соответственно (рис. 1, красная линия).

Рассмотрим модельный сценарий процесса восстановления структуры древостоя при интенсивности изъятия 30% от общего запаса древесины. Изначально в процессе восстановления древостоя увеличивается число деревьев среднего диаметра от 20 до 32 см, что связано с улучшением условий освещения. При этом отсутствуют деревья последней ступени толщины (рис. 2б). В случае, когда запас древесины достигает первоначального значения (через 45 лет после рубки), структура древостоя не соответствует первоначальному состоянию, наблюдается незначительное число деревьев последней ступени толщины (рис. 2в). Восстановление структуры древостоя

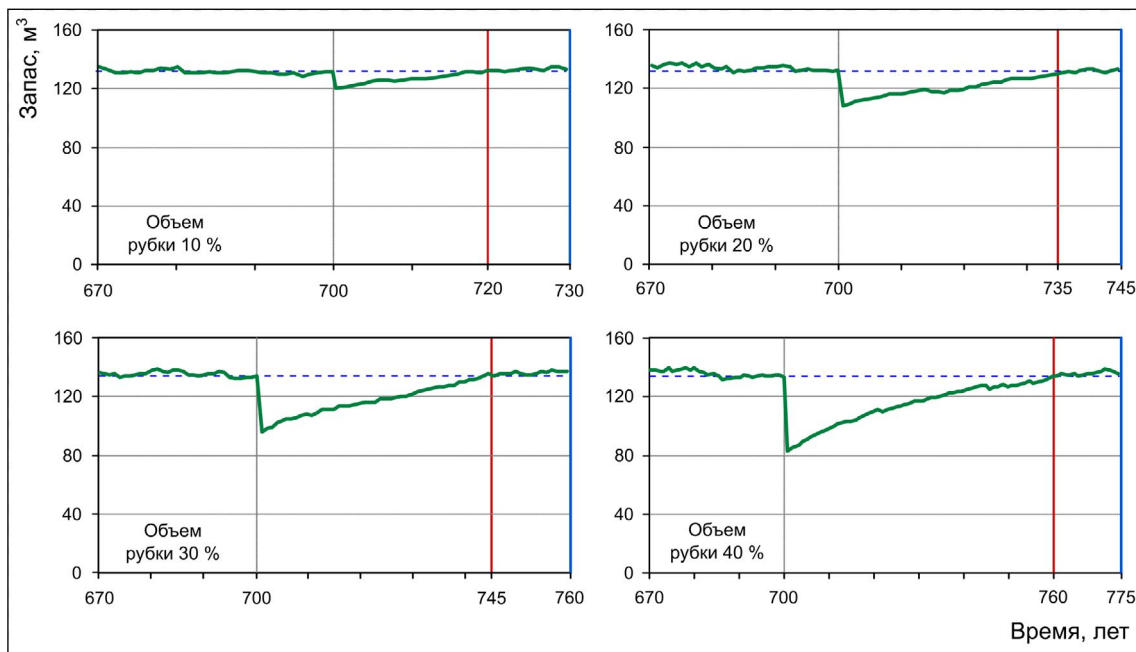


Рис. 1. Динамика запаса елового древостоя после выборочных рубок с разной интенсивностью изъятия древесины. Красная линия – время восстановления запаса, синяя линия – время восстановления структуры древостоя

Fig. 1. Dynamics of the spruce stands stock after selective cutting with different intensity of wood removal. The red line is the restoration time of the stock; the blue line is the restoration time of the stand structure

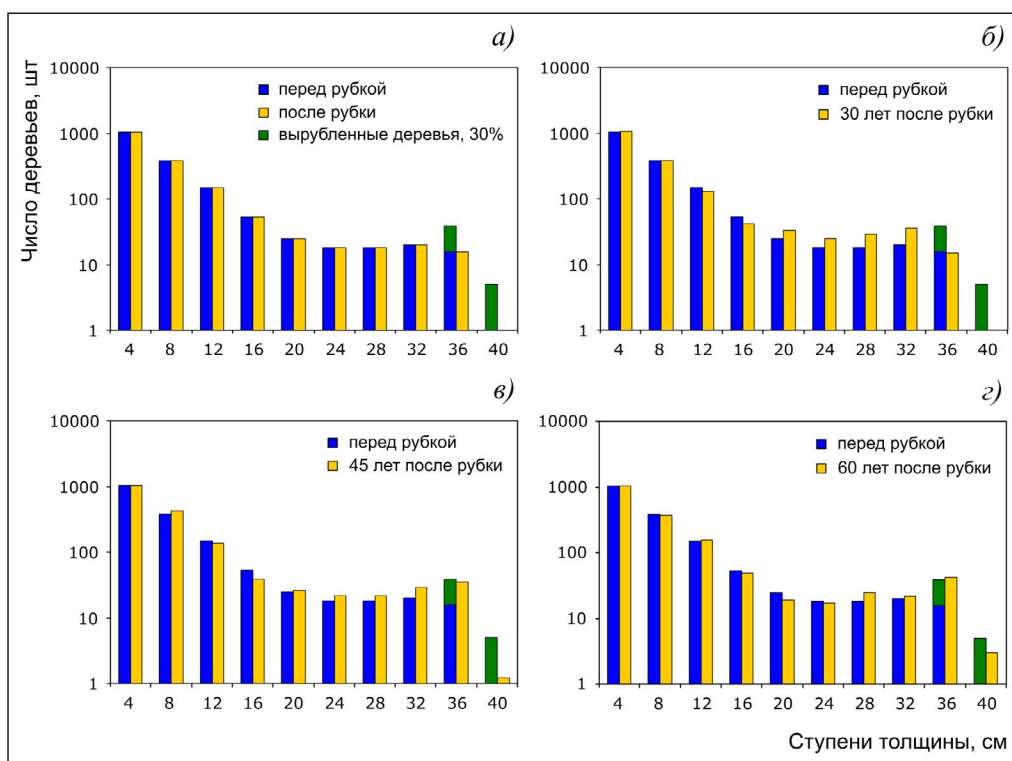


Рис. 2. Динамика распределения деревьев по ступеням толщины в процессе восстановления елового древостоя после рубки

Fig. 2. Dynamics of tree distribution by thickness grades in the process of restoration of spruce stands after felling

до исходного состояния наблюдается через 60 лет после рубки (рис. 2г). Результаты моделирования показали, что при интенсивности изъятия 10%, 20%, 30%, 40% для восстановления структуры древостоя необходимо 30, 45, 60 и 75 лет соответственно, что на 10–15 лет больше, чем для восстановления запаса (рис. 1, синяя линия).

Согласно полученным результатам моделирования, при существующих рекомендациях к проведению добровольно-выборочных рубок (15–20% через 8–15 лет, 21–30% через 15–30 лет, 40% с периодичностью 25–40 лет) запас древостоя не восстанавливается до первоначального состояния. В этом случае интервал между рубками меньше, чем полученные расчетные значения. Рассмотрим, как изменяются качественные и количественные характеристики вырубленной древесины при уменьшении интервала между рубками.

В табл. приведены результаты вычислительных экспериментов для 30% интенсивности изъятия. Из табл. видно, что при периодичности рубок 30 лет диаметр вырубленных деревьев незначительно уменьшается по сравнению с периодич-

ностью 45 лет, когда запас древостоя восстанавливается до своего максимального значения. При этом объем вырубленной древесины за одну рубку уменьшается, но частота эксплуатации участка увеличивается, что может быть выгодно при долгосрочном планировании. Дальнейшее уменьшение интервала между рубками приводит к более значительному уменьшению диаметров и запаса вырубленной древесины.

Таким образом, существующие рекомендации к проведению добровольно-выборочных рубок можно считать некоторым компромиссом, позволяющим увеличить частоту рубок на участке при сохранении качественных характеристик древесины.

Также были построены модельные сценарии восстановления запаса и структуры елового древостоя в зависимости от степени повреждения подроста в процессе выборочных рубок. Рассматривали сценарий выборочных рубок с интенсивностью изъятия 30% и периодичностью 40 лет при повреждении 70% подроста. Результаты моделирования показали, что повреждение подроста

Characteristics of selective cuttings with different frequency and removal volume 30%

Интервал между рубками	Объем изъятия за одну рубку, м ³	Максимальный диаметр вырубленных деревьев, см	Минимальный диаметр вырубленных деревьев, см
40 лет	39.5	37(1)*	31(3)
30 лет	35.8	36(21)	30(9)
20 лет	32.4	34(12)	30(17)
10 лет	26.1	34(3)	26(7)

Примечание: * – в скобках число деревьев

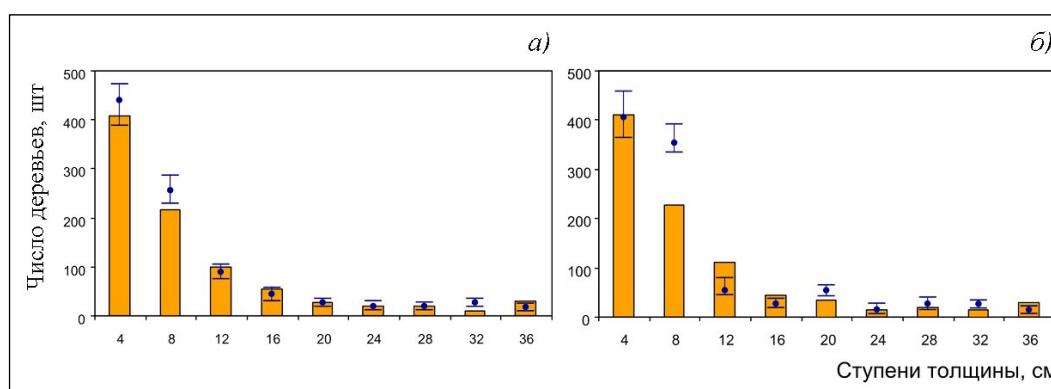


Рис. 3. Распределение деревьев по ступеням толщины через 40 лет после выборочной рубки с интенсивностью изъятия 30%: а) без повреждения подроста; б) 70% повреждения подроста. Столбики – распределение деревьев без воздействия рубок

Fig. 3. Distribution of trees by thickness grades in 40 years after selective logging with a removal intensity of 30%: a) without damage to the undergrowth; b) 70% damage to the undergrowth. Columns – distribution of trees without the impact of logging

в этом случае не оказывает влияния на скорость восстановления запаса. При этом происходят изменения в структуре древостоя. Существенно увеличивается число деревьев с диаметром ствола от 4 до 8 см и снижается количество деревьев с диаметром 8–16 см. Подрост до 4 см восстанавливается в полной мере. Распределение деревьев с диаметром выше 20 см также сохраняется.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Валяев В.Н. Выборочные и сплошнолесосечные рубки в Карелии (Сравнительная продуктивность). Петрозаводск: Карелия, 1984. 64 с.
2. Колобов А.Н. Моделирование пространствен-

но-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-ориентированный подход // Лесоведение. 2014. № 5. С. 72–82. EDN: SQBXBF.

3. Корякин В.Н. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2010. 526 с.
4. Основные положения по рубкам главного пользования в лесах Российской Федерации. Приказ Федеральной службы лесного хозяйства России от 30.09.1993. № 260 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.>

cntd.ru/document/9013066 (дата обращения: 10.03.2025).

5. Kolobov A.N., Frisman E.Y. Individual-based model of spatio-temporal dynamics of mixed forest stands // *Ecological Complexity*. 2016. Vol. 27. P. 29–39. DOI: 10.1016/j.ecocom.2015.10.002.

REFERENCES:

1. Valyaev V.N. *Iyborochnye i sploshnolesosechnye rubki v Karelii (Sravnitel'naya produktivnost')* Selective and continuous cutting in Karelia (Comparative productivity). Petrozavodsk: Kareliya Publ., 1984. 64 p. (In Russ.).
2. Kolobov A.N. Modeling of Spatiotemporal Dynamics of the Wooden Communities: Individual-Aligned Approach. *Lesovedenie*, 2014, no. 5. pp. 72–82. (In Russ.). EDN: SQBXBF.

3. Koryakin V.N. *Spravochnik dlya ucheta lesnykh resursov Dal'nego Vostoka* (Handbook for accounting of forest resources in the Far East). Khabarovsk: Dal'NIILKH, 2010. 526 p. (In Russ.).

4. Basic provisions on logging of the main use in the forests of the Russian Federation. Order of the Federal Forestry Service of Russia no. 260 dated 30.09.1993. *Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/9013066> (accessed: 10.03.2025). (In Russ.).

5. Kolobov A.N., Frisman E.Y. Individual-based model of spatio-temporal dynamics of mixed forest stands. *Ecological Complexity*, 2016, vol. 27, pp. 29–39. DOI: 10.1016/j.ecocom.2015.10.002.

SIMULATION MODELING OF SELECTIVE CUTTING IN THE SPRUCE FOREST STANDS OF THE RUSSIAN FAR EAST

A.N. Kolobov

The author has studied the process of the stock and structure of spruce stands restoration after selective cutting with different tree removal intensities, based on simulation modeling. The modeling results show that when the stock reaches the value which was before the cutting, the forest stand structure does not restore to its initial state. With a removal rate of 10–40%, the forest stand structure restoration requires 10–15 years more, than that of the stock.

Keywords: simulation model, selective felling, restoration of forest stand after felling, wood stock, tree stand structure

Reference: Kolobov A.N. Simulation modeling of selective cutting in the spruce forest stands of the Russian Far East *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 29–33. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-29-33.

Поступила в редакцию 21.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научная статья

УДК 51-76:574.34:599.735.38

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ КАБАРГИ С УЧЕТОМ ПОЛОВОЙ СТРУКТУРЫ И ПРОМЫСЛА

О.Л. Ревуцкая

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: oksana-rev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4148-282X>

Проведен анализ динамики численности популяции кабарги в Еврейской автономной области. Для учета половой структуры, плотностного лимитирования выживаемости молоди и промысловой нагрузки предложена дискретная во времени модель популяционной динамики. Оценка модельных параметров проводилась с использованием подхода, который учитывает общую численность популяции и позволяет представить исходную структурированную модель в виде одномерного рекуррентного уравнения с запаздыванием. Проведено сопоставление оценок демографических параметров в моделях динамики численности кабарги как с учетом промысла, так и без него.

Ключевые слова: охотничьи животные, половая структура, плотностно-зависимые факторы, дискретные во времени модели, оценка параметров, популяционная динамика, промысел.

Образец цитирования: Ревуцкая О.Л. Моделирование динамики численности популяции кабарги с учетом половой структуры и промысла // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 34–38. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-34-38.

Изучение закономерностей динамики численности животных является ключевой задачей для оценки ресурсного потенциала региона, рационального использования и охраны биологических ресурсов. Изменения в численности популяций обусловлены как внутренними биологическими характеристиками видов, так и внешними факторами среды. Для многих видов животных важно учитывать половую структуру. Половозрастная структура популяции существенно влияет на характер колебаний ее численности, поскольку особи разных возрастов и полов имеют различия в выживаемости и вкладе в воспроизводство [1]. В структурированных популяциях промысловому изъятию часто подвержены только особи определенного возрастного класса и пола. Для крупных млекопитающих, таких как копытные, промысел может непосредственно влиять на размер популяции, возрастной состав и половую структуру. Реакция популяции на изъятие и его прогноз могут

быть осложнены из-за демографической структуры (различия в показателях естественного движения популяции в зависимости от возраста, размера или пола) и процессов, зависящих от плотности. Кроме того, изучение избирательного промысла по полу особенно актуально для видов, где самцы и самки различаются по поведению, морфологии или экономической ценности.

В предшествующей работе [4] на основе дискретной во времени математической модели с учетом полового состава популяции и с плотностным лимитированием выживаемости молоди был проведен анализ динамики численности копытных, обитающих на территории Еврейской автономной области (ЕАО). При этом оценка демографических параметров популяций проведена на основе подхода, учитывающего только общую численность [4, 5]. Основная идея данного подхода заключается в переходе от двухкомпонентной модели динамики популяции с половой структу-

рой к разностному уравнению с запаздыванием, зависящему только от общей численности.

Данное исследование направлено на изучение динамики численности популяции кабарги *Moschus moschiferus* в ЕАО с учетом влияния промысловой нагрузки. Основным источником информации о численности охотничьих животных являются материалы годовых отчетов по зимним маршрутным учетам, проводимым государственными службами, отвечающими за охрану и использование объектов животного мира в ЕАО [2].

Для описания и анализа динамики численности структурированной популяции была применена дискретная во времени математическая модель с учетом полового состава популяции и с плотностным лимированием выживаемости молодежи:

$$\begin{cases} f_{n+1} = a\delta f_n \exp(-\alpha N_n) + s f_n \\ m_{n+1} = a(1-\delta)f_n \exp(-\beta N_n) + v m_n \end{cases} \quad (1)$$

где n – номер сезона размножения, f и m – численности самок и самцов соответственно, $N = f + m$ – общая численность популяции, a – репродуктивный потенциал популяции в отсутствие лимитирующих факторов (среднее число потомков, приходящееся на одну самку), δ – доля самок среди новорожденных, s и v – коэффициенты выживаемости половозрелых самок и самцов соответственно.

Функции $w_1 = \exp(-\alpha N_n)$ и $w_2 = \exp(-\beta N_n)$ определяют зависимость выживаемости неполовозрелых самок и самцов от общей численности популяции. При этом коэффициенты α и β характеризуют интенсивность снижения выживаемости неполовозрелых самок и самцов соответственно, которое вызвано конкурентным взаимодействием между особями. Параметры α и β связаны с емкостью экологической ниши популяции, включая влияние плотностно зависимых факторов (доступность пищи, конкуренция за ресурсы), хищников и антропогенных факторов (охота, пожары, вырубка лесов и др.), если они не моделируются явно.

Предполагается, что рассматриваемая популяция подвержена ежегодному промысловому воздействию с постоянной долей изъятия. Следовательно, модель (1) с учетом промысла самок и самцов примет вид:

$$\begin{cases} f_{n+1} = (a\delta f_n \exp(-\alpha N_n) + s f_n) \cdot (1 - u_1) \\ m_{n+1} = (a(1-\delta)f_n \exp(-\beta N_n) + v m_n) \cdot (1 - u_2) \end{cases} \quad (2)$$

где u_1 и u_2 – доли изъятия самок и самцов соответственно.

Равновесные значения численности самок

и самцов, соответствующие координатам неподвижных точек системы (2), определяются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \bar{f} &= \frac{(1-v(1-u_2)) \ln\left(\frac{a\delta(1-u_1)}{1-s(1-u_1)}\right)}{\alpha \left[\left((a(1-\delta)) \left(\frac{1-s(1-u_1)}{a\delta(1-u_1)} \right)^{\beta/\alpha} - v \right) (1-u_2) + 1 \right]}, \\ \bar{m} &= \bar{f} \cdot \frac{a(1-\delta)(1-u_2) \left(\frac{1-s(1-u_1)}{a\delta(1-u_1)} \right)^{\beta/\alpha}}{1-v(1-u_2)} \end{aligned} \quad (3)$$

При этом равновесная численность всей популяции составляет $\bar{N} = \bar{f} + \bar{m}$. Отметим, что при нулевых значениях $u_1 = 0$ и $u_2 = 0$ формулы (3) дают равновесные численности самок и самцов для системы (1), что соответствует условию отсутствия промысла.

В связи с отсутствием данных о половом составе охотничьих ресурсов ЕАО, целесообразно переписать модель (2), используя только общую численность [4]. Переход от раздельного учета численностей самок f и самцов m в модели (2) к агрегированной переменной – общей численности N – приводит к одномерному рекуррентному уравнению с запаздыванием:

$$\begin{aligned} N_{n+2} &= \left((1-u_1)(s + a\delta e^{-\alpha N_{n+1}}) + (1-u_2)((1-\delta)a e^{-\beta N_{n+1}} - v) \right) [1 + \\ &+ \frac{(v - a(1-\delta)e^{-\beta N_n})(1-u_2)}{(1-u_1)(s + a\delta e^{-\alpha N_n}) + (1-u_2)((1-\delta)a e^{-\beta N_n} - v)}] \times \\ &\times (N_{n+1} - v N_n(1-u_2)) + v N_{n+1}(1-u_2) \end{aligned} \quad (4)$$

Применение уравнения (4) позволяет по данным общей численности оценить параметры, характеризующие процессы воспроизводства и половую структуру, что может быть использовано для анализа и описания динамики численности природных популяций. Заметим, что если принять $u_1 = 0$ и $u_2 = 0$ в (4), то получим уравнение с запаздыванием для оценки параметров модели (1).

Для оценки адекватности соответствия модельных расчетов эмпирическим данным были рассчитаны скорректированные по числу степеней свободы коэффициенты детерминации (\bar{R}^2) и средние ошибки аппроксимации (A).

Проиллюстрируем результаты оценки параметров моделей (1) и (2) с использованием уравнения (4) для популяции кабарги. На рис. представлена динамика учетной и модельной численности кабарги – по модели (1) в отсутствие промысла и по модели (2) с промысловым изъятием.

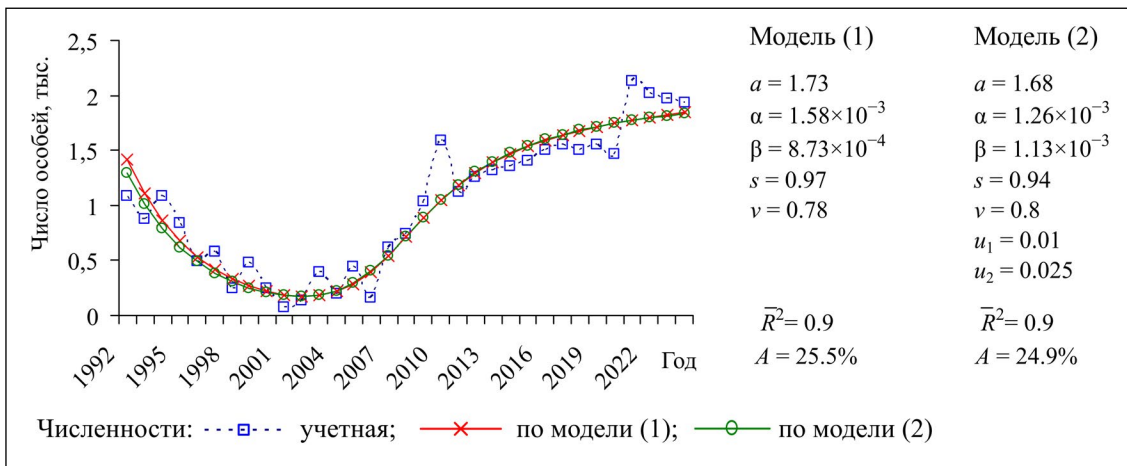


Рис. Учетная и модельная численности популяции кабарги в Еврейской автономной области при $\delta=0.5$

Fig. Real and model data on the musk deer in the Jewish Autonomous region at $\delta=0.5$

Согласно оценкам качества описания модель (4) (как с промыслом, так и без него) хорошо описывает временной ряд, соответствующий учетной численности кабарги. Большие значения скорректированных коэффициентов детерминации (0,9) отражают высокую коррелированность изменений учетных и модельных данных. Действительно, модельные траектории повторяют тенденцию снижения численности кабарги в период 1992–2001 гг., а затем, с 2002 г., – рост ее численности. Вместе с тем средняя ошибка аппроксимации показывает, что модельные траектории отклоняются от учетных данных на 24,9–25,5%. Наблюдаемые расхождения между модельными и фактическими данными, скорее всего, вызваны дополнительными факторами, не отраженными в модели и оказывающими влияние на динамику животных.

В соответствии с модельными оценками, численность популяции кабарги характеризуется устойчивым типом динамики, при котором наблюдаются ее медленные, растянутые во времени плавные подъемы и сокращения (рис.). Отметим, что кабарга, как и большинство видов копытных, относится к «равновесным» видам с К-стратегией [1], и их динамика представляет собой длиннопериодические устойчивые колебания с флуктуациями вокруг состояния равновесия (рис.). Заметим, что точки, соответствующие найденным оценкам коэффициентов модели (4) (как с промыслом, так и без него), находятся в области устойчивости систем (1) и (2). Следовательно, возникающие коле-

бания численности по большей части обусловлены влиянием внешних факторов и представляют собой отклонения от состояния равновесия.

Согласно модельным расчетам (1) и (2), ожидается, что популяция кабарги достигнет равновесной численности в 2.1 и 1.99 тысячи особей соответственно. Модельный рост численности обеспечивается сравнительно высокими значениями репродуктивного потенциала (1,7 и 1,68) и высокими оценками коэффициента выживаемости взрослых самок (более 0,9). Доля изъятия самок, согласно оценкам, составляет менее 0,01, самцов – 0,025. По данным официальной промысловой статистики, ежегодный промысел кабарги составляет около 4%. При этом отстрел самок составляет около 10% от всего объема промысла [2].

Анализ равновесного состояния показывает, что доля самок кабарги составляет 61,6% в отсутствие промысла и возрастает до 71,5% при наличии охотничьего пресса. Следовательно, промысловая нагрузка, направленная преимущественно на самцов кабарги ($u_1 = 0,01$ и $u_2 = 0,025$ по модели (2)), вызывает сдвиг равновесного полового состава популяции в сторону увеличения доли самок. Кроме того, повышенная доля самок в популяции в отсутствие промысла свидетельствует об интенсивном росте численности кабарги [3], что подтверждается данными мониторинга (рис.).

Отметим, что интенсивность экологического лимитирования самок ($\alpha = 1,58 \times 10^{-3}$), оцениваемая по модели (4) в отсутствие промысла, почти в 2 раза превышает данный показатель для

самцов ($\beta = 8,73 \times 10^{-4}$). При этом, если оценивать эти показатели по модели (4) с учетом промысла, то данные параметры практически уравниваются, т.е. $\alpha = 1,58 \times 10^{-3}$ и $\beta = 8,73 \times 10^{-4}$. По-видимому, различие в значениях α и β может быть обусловлено избирательностью охоты на самцов. Действительно, если исключить влияние изъятия из коэффициента выживаемости (смертности) самцов w_2 , то текущая численность популяции N , стоящая в показателе степени, уменьшится и, следовательно, в силу сохранения балансовых отношений коэффициент β увеличится. Это связано с тем, что смертность становится более зависимой от плотности, так как исчезает «внешний» источник гибели особей.

Таким образом, представленный в работе модельный подход демонстрирует возможность оценки половозрастных характеристик популяции и внешних факторов (уровня антропогенной нагрузки) по агрегированным данным о численности. При этом обеспечивается относительно хорошее соответствие с учетными полевыми данными.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН FWUG-2024-0005 (№ государственной регистрации 125011000074-3).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Большаков В.Н. Половая структура популяций млекопитающих и ее динамика / В.Н. Большаков, Б.С. Кубанцев. М.: Наука, 1984. 233 с.
2. Государственный охотхозяйственный реестр ЕАО за 2011–2024 гг. Информация для охотников области // Официальный портал органов государственной власти Еврейской автономной области. URL: <https://www.eao.ru/isp-vlast/upravlenie-po-okhrane-i-ispolzovaniyu-obektov-zhivotnogo-mira-pravitelstva-eao/inaya-informatsiya--2/informatsiya-dlya-okhotnikov-oblasti/> (дата обращения: 22.01.2025).
3. Зайцев В.А. Кабарга: экология, динамика численности, перспективы сохранения. М.: Центр охраны дикой природы, 2006. 120 с.
4. Ревуцкая О.Л. Анализ изменения численности диких копытных на основе математической модели динамики популяции с половой структурой // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 2. С. 31–34. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-31-34.
5. Ревуцкая О.Л., Неверова Г.П. Модельный анализ демографических процессов в популяциях пушных охотничьих животных (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 1. С. 5–20. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-1-5-20.

REFERENCES:

1. Bolshakov V.N. *Polovaya struktura populyatsii mlekopitayushchikh i ee dinamika* (Sex structure of mammal populations and its dynamics), V.N. Bolshakov, B.S. Kubantsev. Moscow: Nauka Publ., 1984. 233 p. (In Russ.).
2. The State Hunting Register of the EAO for 2011–2024. Information for hunters of the region. *Ofitsial'nyi portal organov gosudarstvennoi vlasti Evreiskoi avtonomnoi oblasti* (The official portal of government authorities of the Jewish Autonomous Region). Available at: <https://www.eao.ru/isp-vlast/upravlenie-pookhrane-i-ispolzovaniyu-obektov-zhivotnogomira-pravitelstva-eao/inaya-informatsiya--2/informatsiya-dlya-okhotnikov-oblasti/> (accessed: 22.01.2025). (In Russ.).
3. Zaitsev V.A. *Kabarga: ekologiya, dinamika chislennosti, perspektivy sokhraneniya* (The musk deer: ecology, population dynamics and conservation prospects). Moscow: Biodiversity Conservation Center, 2006. 120 p.
4. Revutskaya O.L. Analysis of ungulate dynamics based on a mathematical sex-structured population model. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 2, pp. 31–34. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-31-34.
5. Revutskaya O.L., Neverova G.P. Model analysis of demographic processes in the populations of fur-bearing hunting animals inhabiting the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 1, pp. 5–20. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-1-5-20.

MODELING THE POPULATION DYNAMICS OF THE MUSK DEER TAKING INTO ACCOUNT THE SEX STRUCTURE AND HARVESTING

O.L. Revutskaya

The author has made the analysis of musk deer population dynamics in the Jewish Autonomous region. The sexual structure, density limitation of juvenile survival and harvesting is taken into account by means of the proposed discrete-time model of population dynamics. The model parameters were estimated using an approach that accounts the total population size and allows the original structured model to be presented as a one-dimensional recurrent equation with a delay. It is carried out a comparison of demographic parameters estimates in the models of musk deer population dynamics, both with and without considering harvesting.

Keywords: *game animals, sex structure, density-dependent factors, discrete-time models, parameter estimation, population dynamics, harvesting.*

Reference: Revutskaya O.L. Modeling the population dynamics of the musk deer taking into account the sex structure and harvesting. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 34–38. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-34-38.

Поступила в редакцию 14.05.2025

Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 574.42:502.72:630(470.311)

ДИНАМИКА СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Г. Беляева¹, Т.В. Черненкоова¹, А.А. Маслов²

¹Институт географии РАН,

Старомонетный переулоч 29 стр. 4, г. Москва, 119017,

e-mail: belyaeva@igras.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8410-2714>;

e-mail: chernenkova50@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6608-2254>;

²Институт лесоведения РАН,

Советская 21, п/о Успенское, Московская обл., 143030,

e-mail: am-pyrola@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0236-4708>

*Исследована динамика еловых (*Picea abies*) лесов на территории Московской области за прошедшие четыре десятилетия. Отслежены основные тренды после распада старовозрастных ельников, а также изменение экологических условий местообитаний. Выявлены две разнонаправленных формы вторичных сукцессий: с восстановлением елового подроста и с активным развитием кустарников.*

Ключевые слова: Московская область, еловые леса, сукцессии, долговременные исследования, заповедные лесные участки.

Образец цитирования: Беляева Н.Г., Черненкоова Т.В., Маслов А.А. Динамика старовозрастных еловых лесов Московской области // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 39–43. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-39-43.

Ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst.) по своему распространению и хозяйственному значению является одной из основных лесообразующих пород в европейской части России. В зоне хвойно-широколиственных лесов, к которой относится большая часть Московской области, древостои с преобладанием ели рассматриваются во многих случаях как сообщества, сформировавшиеся в результате многовековой деятельности человека. В этой связи большой интерес представляет динамика еловых массивов, сохранившихся с конца XIX века. Исследования проводились на территории заповедных лесных участков Московской области (рис. 1).

Цель работы – выявление изменений состава и структуры старовозрастных ельников в зоне хвойно-широколиственных лесов путем повторных учетов с интервалом в 40 лет. Полученные результаты дадут возможность идентифицировать

динамические тренды ельников естественного происхождения и позволят спрогнозировать их дальнейшее развитие.

В системе лесного хозяйства в соответствии с Лесным кодексом «заповедный лесной участок» имеет официальный природоохранный статус. Режим, установленный в заповедных участках, позволил во многих случаях сохранить старовозрастные еловые леса и производные от них сообщества после массовой гибели ели в результате вспышек короеда типографа в 2011–2013 гг. [1].

В середине 1980-х гг. были выполнены лесоводственно-геоботанические описания на 56 пробных площадках. Малонарушенные старовозрастные еловые леса представляли собой сомкнутые леса из ели с примесью других пород с преобладающим возрастом древостоев 80–100 лет. В 2024 г. на тех же площадках были выполнены повторные описания. В данной работе проанализированы из-

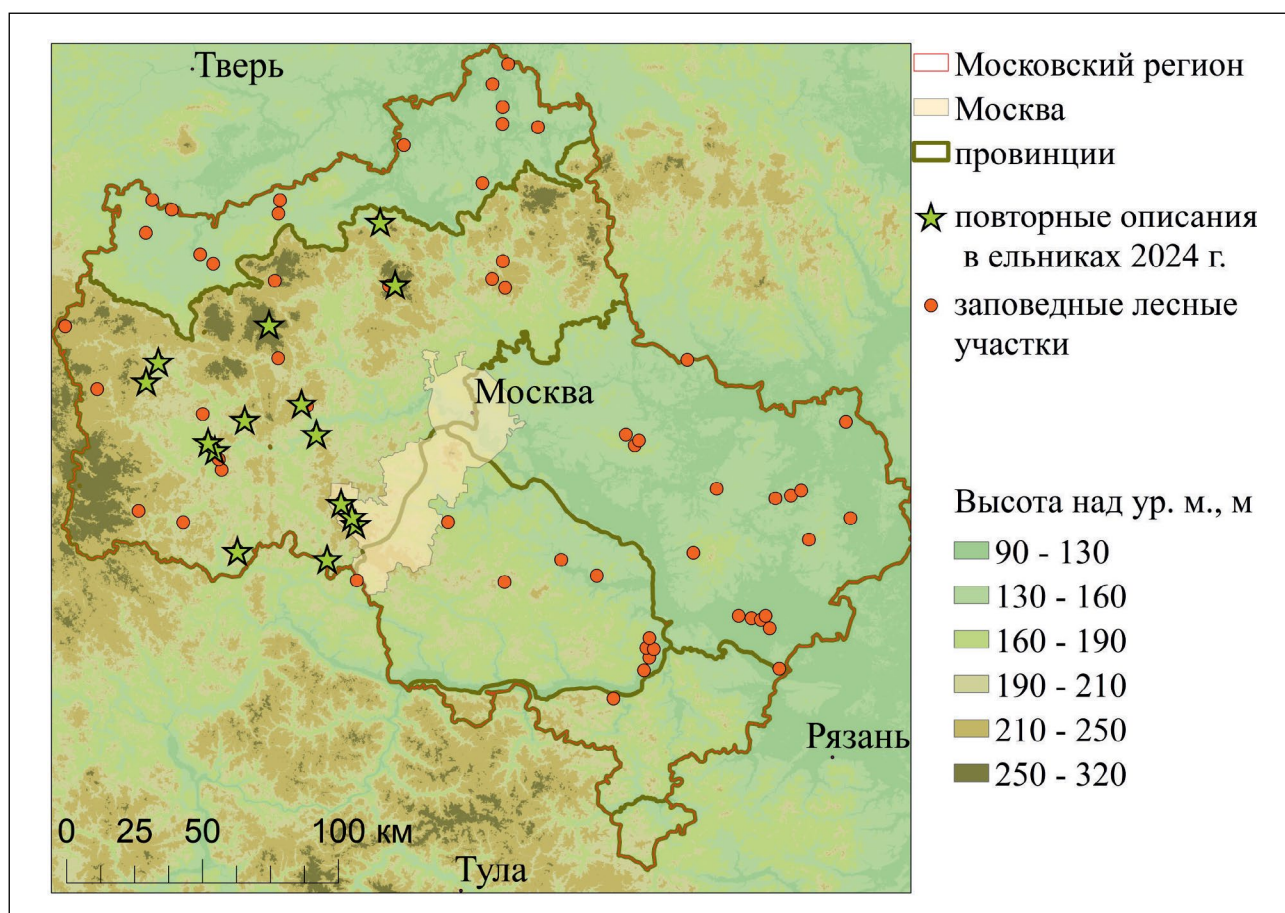


Рис. 1. Район исследований и расположение заповедных лесных участков [2] и повторных описаний в ельниках в 2024 г.

Fig. 1. Location of the strict scientific forest reserves in the study area [2] and repeated relevés in spruce forests in 2024

менения древесного и кустарникового ярусов еловых насаждений за два временных среза.

Спустя 40 лет при сравнении состава и структуры растительности верхних ярусов ельников заметны кардинальные изменения. Главные – это уменьшение сомкнутости древесного яруса (А), в составе которого доминировала ель, и увеличение покрытия кустарникового яруса, в котором начала преобладать лещина (*Corylus avellana*). В частности, среднее проективное покрытие древесного яруса в старовозрастных ельниках сократилось более чем в два раза – с 72 до 31% (рис. 2), в то время как проективное покрытие подлеска (В2) увеличилось с 16 до 40%, а подроста (В1) – с 9 до 24%.

Столь сильные изменения отражают факт полной или частичной гибели материнского елового древостоя, в том числе в результате массовых вспышек короеда типографа 1999–2003 и 2010–2013 гг. При этом снижение общей сомкнутости древесного яруса происходило не только за счет

выпадения ели, но и за счет выпадения других видов: березы (*Betula* sp.), осины (*Populus tremula*), сосны (*Pinus sylvestris*). Участие клена (*Acer platanoides*) и дуба (*Quercus robur*), напротив, несколько возросло.

В отличие от древесного яруса, покрытие почти всех видов подроста за 37 лет увеличилось. В старовозрастных ельниках подрост деревьев в 1987 г. был представлен незначительно. На первом месте (с покрытием 5.4%) был подрост ели, в меньших количествах были представлены липа (*Tilia cordata*) и клен. В 2024 г. у подроста ели средние значения покрытия выросли почти в 3 раза (с 5 до 13%), что говорит о потенциально успешном восстановлении данного вида на месте распавшихся древостоев и демонстрирует **первый вариант** развития растительных сообществ после выпадения древесного полога.

В подлеске самое существенное изменение – сильнейшее развитие лещины, среднее по-

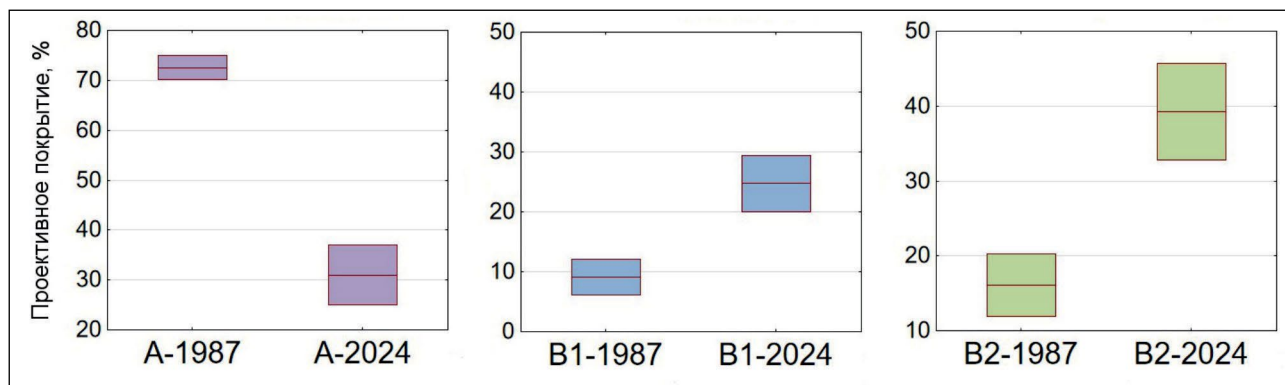


Рис. 2. Бокс-плоты варьирования покрытия древесного яруса (A), подроста (B1) и подлеска (B2) в разные периоды измерения. На рисунке: средние значения и 0.95 доверительный интервал

Fig. 2. Boxplots of variation in tree layer cover (A), undergrowth (B1) and understory (B2) at different measurement periods. In the figure: mean values and 0.95 confidence interval

крытие которой увеличилось впятеро (с 5.8 до 27.6%) и в отдельных сообществах доходило до 80–90%. Таким образом, на месте старовозрастных ельников во многих случаях сформировались лещинники, что характеризует **другой тип вторичных сукцессий**.

Оценка фитоценологических связей, рассчитанная на основе гамма-корреляции проективных покрытий основных лесообразующих видов двух временных срезов, продемонстрировала разную степень взаимозависимости видов. Сомкнутость ели в древостое 2024 г. имеет значимую отрицательную связь с показателями 1987 года ($r=-0.344$) (табл.), что может быть связано с распадом пре-

имущественно более сомкнутых еловых древостоев. Связь подроста ели ($r=0.388$) и лещины ($r=0.423$) – положительная, что означает схожую картину их распространения в 1987 и 2024 гг. и лишь активизацию роста этих видов после распада древостоев. В целом в еловых сообществах достоверно сменилось распределение ели в составе древостоя, в то время как проективные покрытия сопутствующих видов за 37 лет остались положительно связанными.

Изменение экологических условий местообитаний за период с 1987 по 2024 гг. оценивалось с помощью экологических шкал Элленберга в пространстве ординационных осей на основе неме-

Таблица

Гамма-корреляция проективного покрытия основных лесообразующих видов древесного и кустарникового ярусов в ельниках в разные годы исследований

Table

Gamma-correlation of main forest-forming species of tree and shrub layers cover in spruce forests in different measurement periods

Виды	2024							
	A <i>Betula</i> sp.	A <i>Picea abies</i>	A <i>Pinus sylvestris</i>	A <i>Populus tremula</i>	A <i>Quercus robur</i>	B1 <i>Acer platanoides</i>	B1 <i>Picea abies</i>	B2 <i>Corylus avellana</i>
1987								
A <i>Betula</i> sp.	0,258	0,069	-0,485	0,241	-0,076	0,157	0,186	-0,081
A <i>Picea abies</i>	-0,051	-0,344	0,184	-0,261	0,308	-0,292	-0,056	0,143
A <i>Pinus sylvestris</i>	-0,346	0,011	0,893	-0,615	-1,000	-0,608	0,043	-0,022
A <i>Populus tremula</i>	-0,156	-0,100	-0,614	0,577	0,173	0,131	0,014	0,147
A <i>Quercus robur</i>	-0,217	0,010	0,044	-0,310	0,719	0,484	-0,285	0,202
B1 <i>Acer platanoides</i>	0,220	0,071	-0,829	0,298	0,423	0,811	-0,352	0,140
B1 <i>Picea abies</i>	-0,339	-0,083	0,337	-0,359	-0,203	-0,331	0,388	0,076
B2 <i>Corylus avellana</i>	0,129	-0,154	-0,292	-0,029	0,032	0,333	-0,294	0,423

трического многомерного шкалирования (NMDS ординация). Анализ состава и обилия видов древесного и кустарникового ярусов ельников, зафиксированный в разные временные срезы, выявил изменившиеся условия местообитаний. С первой осью варьирования (Ось 1) связано главным образом изменение кислотности почв (R). Связь со второй осью (Ось 2) наблюдается практически для всех параметров среды – освещенности (L), температуры (T) и увлажнения почв (M). Относительно «слабым» фактором выступило почвенное богатство (содержание азота в почве) (N) (рис. 3). В итоге градиент смещения совокупности точек 2024 г. обозначил в первую очередь тенденцию увеличения значений температур (максимальное значение квадрата коэффициента корреляции (r^2)). Исходя из логики расчетов экологических факто-

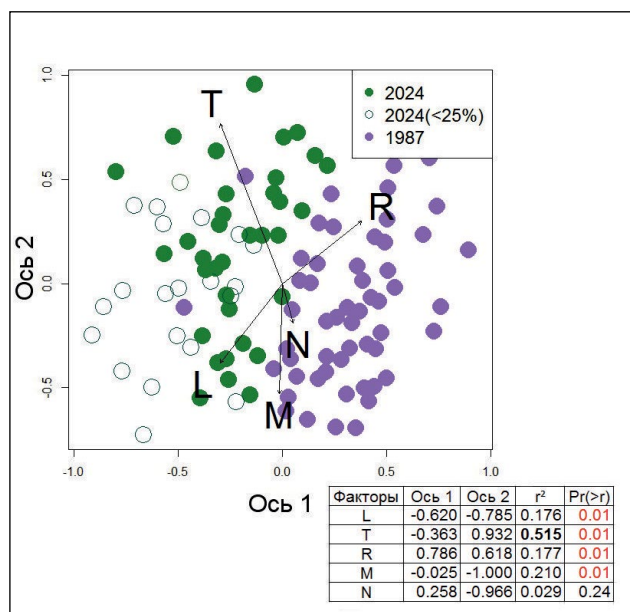


Рис. 3. NMDS ординация и корреляция распределения описаний с ординационными осями и квадраты коэффициентов корреляции (r^2)

Обозначение факторов: L – освещенность, T – температура, R – кислотность почв, M – увлажнение почв, N – содержание азота в почве. Обозначение: <25% – проективное покрытие древостоя в описании менее 25% (распавшиеся ельники).

Fig. 3. NMDS ordination and correlation of the relevés distribution with ordination axes and squares of correlation coefficients (r^2)

Factors: L – lightness, T – temperature, R – soil reaction, M – soil moisture, N – soil nitrogen richness. Denotation: <25% – stand coverage is less than 25% (decayed spruce forests) in the relevés

ров в точках описаний, повышение значений оценок по шкале температуры связано главным образом с выпадением ели (с более низким баллом по данному фактору) и увеличением обилия лещины и подроста клена (с более высокими баллами).

В работе были рассмотрены изменения структуры ценопопуляций видов деревьев и кустарников в малонарушенных старовозрастных ельниках за последние четыре десятилетия с учетом экологических условий местообитаний и межвидовых связей. В результате сравнения характеристик растений верхнего полога за два срока наблюдений выявились два разнонаправленных вида вторичных сукцессий, связанных с распадом древостоя. Во-первых, это демулационный процесс с восстановлением молодого поколения ели в окнах полога. Во-вторых, активное развитие лещины. Общий тренд неморализации состава еловых лесов связан как с внутренней динамикой сообществ, так и с влиянием изменений внешних (климатических) факторов.

Массовое усыхание темнохвойных лесов в регионе является следствием климатических изменений с особо катастрофическими последствиями периодически повторяющихся засух. Увеличение средней температуры на 2°C за 40 лет наблюдений является критичным для еловых лесов, находящихся на своей южной границе распространения. Наблюдения спонтанной динамики сообществ еловых лесов Центрально-Лесного заповедника (Тверская обл.) подтвердили сходную тенденцию к распаду в течение двух лет в результате повторяющихся метеорологических аномалий [3], дальнейшего ослабления деревьев и вспышек насекомых-вредителей.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 24-17-00120 «Леса Русской равнины: тренды последних десятилетий» по части формулировки проблемы и сбора полевых данных, а также ГЗ Института географии РАН (FMWS-2024-0007 No. 1021051703468-8) по обработке данных и анализу результатов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Малахова Е.Г., Лямцев Н.И. Распространение и структура очагов усыхания еловых лесов Подмосковья в 2010–2012 годах // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. № 107. С. 193–201. EDN: TEYOYJ.
2. Маслов А.А. Биологическое разнообразие коренных типов леса в заповедных лесных участках Московского региона // Лесоведение. 2022. № 6. С. 631–642. DOI: 10.31857/S0024114822060067.

3. Пугачевский А.В. Ценопопуляции ели. Структура. динамика. факторы регуляции. Минск: Наука и техника, 1992. 206 с.
2. Maslov A.A. Biodiversity of the Native Forest Types in Strict Scientific Forest Reserves of the Moscow Region. *Lesovedenie*, 2022, no. 6, pp. 631–642. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0024114822060067.
1. Malakhova E.G., Lyamtsev N.I. Extent and Structure of Moscow Region Spruce Forest Dieback in 2010-2012. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii*, 2014, no. 107, pp. 193–201. (In Russ.). EDN: TEYOYJ.
3. Pugachevskii A.V. *Tsenopopulyatsii eli. Struktura. dinamika. faktory regulyatsii* (Spruce cenopopulations. Structure. dynamics. regulation factors). Minsk: Nauka i tekhnika Publ., 1992. 206 p. (In Russ.).

DYNAMICS OF OLD-GROWTH SPRUCE FORESTS IN THE MOSCOW REGION

N.G. Belyaeva, T.V. Chernenkova, A.A. Maslov

The authors have studied the dynamics of spruce (Picea abies) forests in the Moscow region over the past four decades, and have traced main trends after the decay of old-growth spruce forests, as well as changes in ecological conditions of habitats. It was revealed the two multidirectional forms of secondary successions: with restoration of spruce undergrowth and with active development of shrubs.

Keywords: *Moscow region, spruce forests, succession, long-term research, protected forest areas.*

Reference: Belyaeva N.G., Chernenkova T.V., Maslov A.A. Dynamics of old-growth spruce forests in the Moscow Region. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 39–43. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-39-43.

Поступила в редакцию 27.03.2025

Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 581.9:502.4(571.621)

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ТРОПЫ «ТИГРИНАЯЯ» В ЗАПОВЕДНИКЕ «БАСТАК»

Т.А. Рубцова

Государственный заповедник «Бастак»,
ул. Шолом-Алейхема 67, г. Биробиджан, 679014
e-mail: ecolicarp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7275-1864>

*Показана роль особо охраняемых природных территорий в развитии экологического туризма. Дается количественная и качественная характеристика растительного покрова экологической тропы «Тигринаяя» в заповеднике «Бастак» Еврейской автономной области. Растительность экологической тропы представлена хвойно-широколиственным кустарниково-разнотравным лесом. Преобладающим видом деревьев является липа амурская *Tilia amurensis*, доминирующий кустарник – чубушник тонколиственный *Philadelphus tenuifolius*, самое распространённое травянистое растение – чистотел азиатский *Chelidonium asiaticum*.*

Ключевые слова: экологическая тропа, растительный покров, заповедник «Бастак».

Образец цитирования: Рубцова Т.А. Флора и растительность экологической тропы «Тигринаяя» в заповеднике «Бастак» // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 44–48. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-44-48.

«Экотуризм – это ответственное путешествие в природные территории, которое содействует охране природы и улучшает благосостояние местного населения» (определение Общества экотуризма). «Экотуризм – все формы туризма, при которых главной мотивацией туристов становится наблюдение и общение с природой и которые способствуют сохранению окружающей среды и культурного наследия, оказывая на них минимальное воздействие» (Всемирная туристская организация).

Возможности экологического туризма значительны: туристический бизнес способен вовлечь в экономику новые виды природных ресурсов на устойчивой основе, внести важный вклад в развитие экологической культуры населения, при правильной организации поддержать особо охраняемые природные территории (ООПТ), уровень государственной поддержки которых недостаточен не только для их развития, но в ряде случаев и для сохранения.

Успешность туризма на особо охраняемых

природных территориях предполагает:

- оригинальные познавательные программы и маршруты;
- наличие инфраструктуры, защищающей природу и регулирующей потоки посетителей: тропы, визит-центры, музеи природы и культуры и др.;
- наличие компетентных гидов и информационных материалов;
- условия для посетителей, чтобы совместить отдых, просвещение, волонтерство, науку;
- привлечение инвестиций и средств доноров для создания современной инфраструктуры экотуризма.

Познавательный туризм на охраняемых территориях должен служить инструментом эффективного экологического просвещения и их общественного признания, стимулом социально-экономического развития сел и районов, усиления общественного контроля в сохранении диких животных и растений. Лишь только в отдельных национальных парках экологический туризм мо-

жет быть финансово значимым направлением деятельности [1]. Другие охраняемые территории, развивая экотуризм, способствуют преимущественно повышению уровня экологической культуры населения.

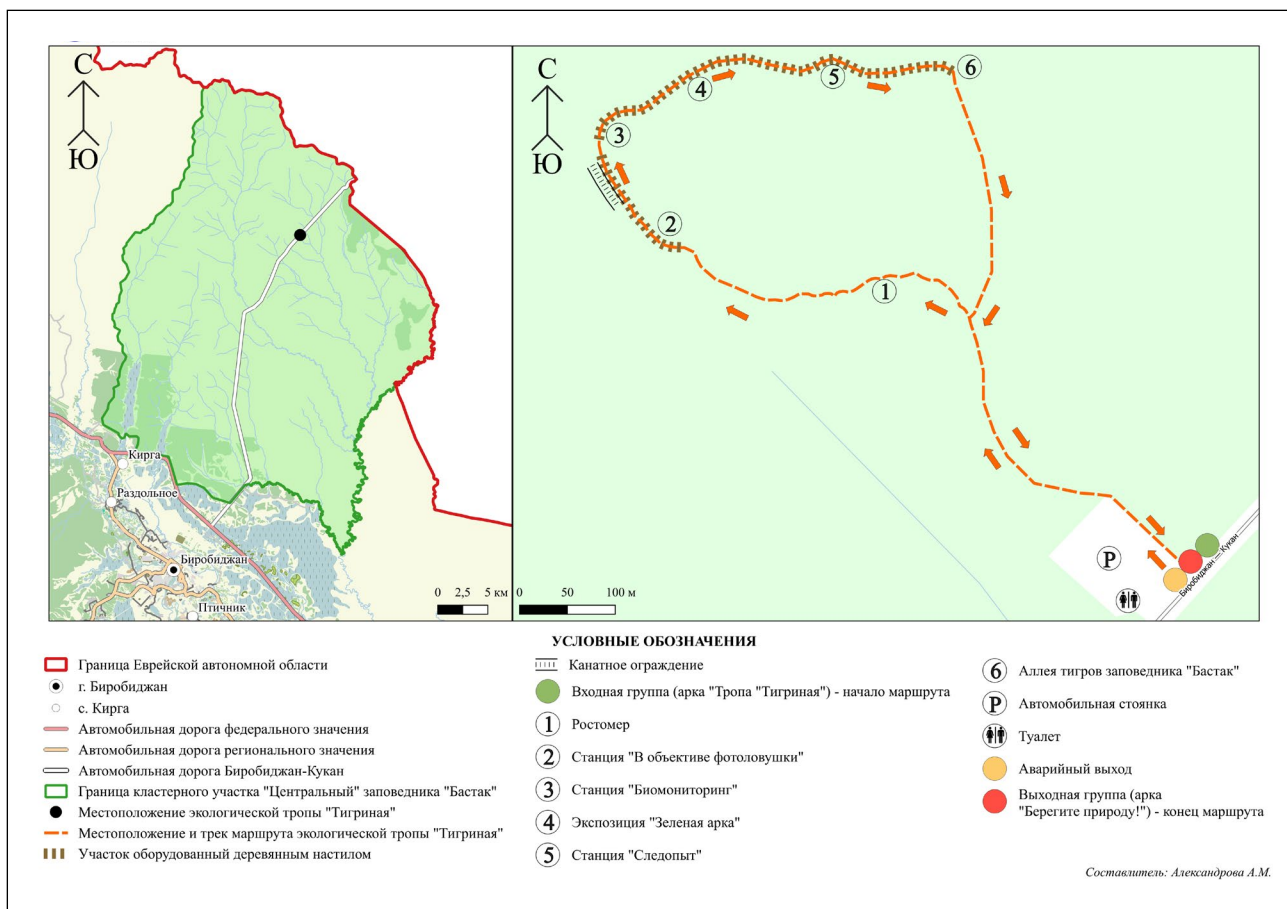
Туризм на ООПТ связан с неизбежным антропогенным воздействием, необходимостью организации изучения интересов посетителей и потенциальных посетителей, разработкой экопросветительских программ для разных групп туристов. Для охраняемых территорий – это дополнительная большая работа по предотвращению и минимизации воздействия на окружающую среду, постоянный мониторинг состояния природных объектов и контроль, организация и обустройство маршрутов, постоянная работа с посетителями [2, 5]. Однако в каждом конкретном случае использования ООПТ в туристических целях должен быть индивидуальный подход [1].

К наиболее ценным экотуристическим объектам Еврейской автономной области в первую очередь следует отнести государственный природный заповедник «Бастак», который выполняет

важные экопросветительские функции. Одним из значимых направлений этой деятельности является экологический туризм [2]. С 2003 г. на охраняемой территории действует учебная экологическая тропа, а в 2024 г. закончилось оборудование и оформление второй тропы – «Тигриной». Она расположена в 39 км к северу от города Биробиджана, на юго-восточном склоне горы Чернуха. Общая протяженность тропы – 1800 м. Маршрут в целом закольцован и лишь 350 м экскурсанты проходят на входе и выходе с тропы (рис.).

Целью данного научного исследования было изучение и анализ видового состава сосудистых растений и растительности экологической тропы «Тигриная» как биологического ресурса в рекреационной деятельности.

Для реализации данной цели проведены полевые и камеральные работы. Выявлен видовой состав флоры, изучена растительность и даны названия растительных сообществ вдоль тропы, поделенной для конкретизации описаний и удобства в проведении экскурсий на стометровки (15 участков). Учитывались доминирующие виды в



Местонахождение, карта-схема и инфраструктура экологической тропы «Тигриная»

Location, schematic map and infrastructure of the Tigrinaya ecological trail

древостое, подлеске и травяном ярусе. Данные о видовом составе представлены в табл. по систематическим (покрытосеменные, голосеменные растения) и биоморфологическим группам растений (деревья, кустарники, лианы, травянистые растения).

В результате камеральной обработки полевых материалов выявлены следующие группы растений: покрытосеменные деревья, кустарники и травы представлены 104 видами, голосеменных растений на экотропе три вида.

Дендрофлора покрытосеменных растений

экотропы включает 45 видов, из них: деревья – 24 вида, кустарники – 18 видов, лианы – 3 вида [3, 4]. Виды неравномерно представлены вдоль тропы. Выявлено, что из деревьев чаще других встречаются липа амурская (14 площадок), ясень маньчжурский – 12, клён мелколистный – 11. В подлеске доминирующими кустарниками являются чубушник тонколистный, который выявлен на 14 площадках, свободнаягодник колючий (элеутерококк колючий) представлен на 11 участках, дейция амурская – на 9. Из лиан преобладает актинидия коломикта, она выявлена на 12 участках. Виноград

Растительные сообщества экологической тропы «Тигриная»

Таблица

Table

Plant communities of the Tigrinaya ecological trail

№ участков	Количество видов	Растительные сообщества
1	25	Широколиственный лес с подлеском преимущественно из лещины, чубушника, разнотравный
2	21	Широколиственный лес с осинкой, с подлеском из чубушника, разнотравный
3	20	Широколиственный лес с подростом кедра корейского, подлеском из чубушника, разнотравный
4	19	Кедрово-широколиственный лес с кедром, дубом, с лещиной разнолистной, чубушником с актинидией, разнотравный
5	26	Широколиственный лес с берёзой желтой, клёном зеленокорым, ясенем, в подлеске с чубушником, актинидией, разнотравно-папоротниковый
6	20	Кедрово-широколиственный лес с орехом маньчжурским, черёмухой Маака, в подросте с кедром корейским, папоротниково-разнотравный
7	14	Хвойно-широколиственный лес с черёмухой Маака, берёзой желтой в подлеске с чубушником, разнотравный
8	9	Дубово-кедрово-пихтовый лес с клёнами зеленокорым и желтым, актинидией, разнотравно-папоротниковый
9	21	Кедрово-широколиственный лес с клёном мелколистным, бархатом, ясенем, с подлеском из калины Саржента, бузины кистистой, актинидии, разнотравный
10	14	Широколиственный лес с маакией, ясенем, подлеском из калины, лещины разнолистной, свободнаягодником колючим, разнотравный
11	13	Хвойно-широколиственный лес с липой, ясенем, пихтой, подлеском из лещины маньчжурской, чубушника, актинидии, разнотравно-папоротниковый
12	16	Пихтово-широколиственный лес с кедром корейским, клёном мелколистным, дубом, ясенем, в подлеске с чубушником, свободнаягодником колючим, разнотравный
13	10	Хвойно-широколиственный лес с пихтой, кедром корейским, ясенем, клёном зеленокорым, берёзой жёлтой с подлеском из чубушника, актинидии, разнотравно-папоротниковый с лесным маком весенним
14	13	Лиственный лес с преобладанием ясеня, осины, клёнов зеленокорого и мелколистного, ореха маньчжурского в подлеске с лещиной маньчжурской, свободнаягодником колючим и чубушником, папоротниково-разнотравный
15	9	Кедрово-широколиственный лес с берёзой жёлтой, ясенем, с подлеском из чубушника, жимолости золотистоцветковой, папоротниково-разнотравный

амурский представлен на 9 площадках, лимонник китайский отмечен на двух участках тропы. Общее количество видов и названия растительных сообществ участков экотропы, в соответствии с фитоценотической классификацией растительности, представлены в табл.

К голосеменным растениям экотропы относятся три вида хвойных деревьев – сосна корейская или кедр корейский (12 участков), пихта белокорая (9), ель сибирская (4). Они встречаются на 14 из 15 отрезков экомаршрута.

Травянистые сосудистые растения экотропы представлены 61 видом. Из них чаще других встречались следующие виды: чистотел большой (12 участков), вороний глаз мутовчатый (11), василистник нитчатый (10). Для одного из 15 участков приводятся такие виды, как: осока ржавопятнистая, василистник байкальский, звездчаточка бесприцветниковая, сростнохвостник дельтовидный, репяшок мелкобороздчатый, дудник даурский, пиля монгольская, княжик охотский, бузульник Фишера, резуха волосистая, астильба китайская, пикульник обыкновенный, колокольчик точечный, смилацина волосистая, чина Комарова, пырейник повислый, мятлик узколистный, седмичник европейский и хлорант японский. В составе флоры экотропы имеются заносные или адвентивные виды травянистых растений. К таким видам относятся гравилат аллепский, бодяк щетинистый, репяшок мелкобороздчатый, резуха волосистая, латук компасный, пикульник обыкновенный, подорожник большой. Это связано с частичным расположением маршрута по старой вездеходной дороге.

Таким образом, растительность экологической тропы «Тигриная» представлена лесным типом. На 14 участках имеются хвойные деревья, в связи с этим можно отнести растительность к формации хвойно-широколиственных лесов. Однако на исследованных участках доминирующими являются разные виды деревьев, а также кустарников и трав. На основе анализа видового состава участков выделены отличающиеся ассоциации растительности (табл.). В целом же растительность экологической тропы «Тигриная» представлена хвойно-широколиственным кустарниково-разнотравным лесом. Полученные результаты исследований флоры и растительности используются для подготовки и при проведении познавательных экскурсий по экотропе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирзеханова З.Г. Экологический туризм в особо охраняемых территориях регионов нового освоения: есть ли необходимость развивать? // Известия Алтайского отделения РГО. 2016. № 1 (40). С. 5–13. EDN: VSPQKT.
 2. Рубцова Т.А., Горелов В.А. Развитие экологического туризма в Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2017. Т. 20, № 2. С. 45–49. EDN: YRXXZR.
 3. Рубцова Т.А. Дендрофлора Еврейской автономной области: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2006. 98 с.
 4. Рубцова Т.А. Деревья, кустарники, лианы Еврейской автономной области и их использование в озеленении. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2021. 181 с. EDN: ZWRXYA.
 5. Рубцова Т.А. Развитие экологического туризма в Еврейской автономной области // Опыт и проблемы привлечения отечественных и иностранных инвестиций в Еврейскую автономную область: информационное обозрение инвестиционной конференции. Биробиджан, 2001. С. 94–99.
- REFERENCES:
1. Mirzekhanova Z.G. Environmental Tourism in Special Protected Areas in Regions of New Development: is there any Need to Develop it? *Izvestiya Altaiskogo otdeleniya RGO*, 2016, no. 1 (40), pp. 5–13. (In Russ.). EDN: VSPQKT.
 2. Rubtsova T.A., Gorelov V.A. Development of Ecological Tourism in Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2017. vol. 20, no. 2, pp. 45–49. (In Russ.). EDN: YRXXZR.
 3. Rubtsova T.A. *Dendroflora Evreiskoi avtonomnoi oblasti: spravochnik* (Dendroflora of the Jewish Autonomous Region: a reference book). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2006. 98 p. (In Russ.).
 4. Rubtsova T.A. *Derev'ya, kustarniki, liany Evreiskoi avtonomnoi oblasti i ikh ispol'zovanie v ozelenenii* (Trees, shrubs, lianas of the Jewish autonomous region and their use in planting of greenery). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2021. 181 p. (In Russ.). EDN: ZWRXYA.
 5. Rubtsova T.A. Development of ecological tourism in the Jewish Autonomous Region, in *Opyt i problemy privlecheniya otechestvennykh i inostrannykh investitsii v Evreiskuyu avtonomnuyu oblast': informatsionnoe obozrenie investitsionnoi konferentsii* (Experience and problems of attracting domestic and foreign investments in the Jewish Autonomous Region: information review of the investment conference). Birobidzhan, 2001, pp. 94–99. (In Russ.).

FLORA AND VEGETATION OF THE TIGRINAYA ECOLOGICAL TRAIL IN THE BASTAK NATURE RESERVE

T.A. Rubtsova

*The author notes the role of specially protected natural areas in the development of ecological tourism. Quantitative and qualitative characteristics of vegetation cover on the Tigrinaya ecological trail in the Bastak Reserve of the Jewish Autonomous region are given in the work. Vegetation of the Tigrinaya ecological trail is represented by a coniferous-broadleaf shrub-forb forest. The predominant tree species is The Amur linden *Tilia amurensis*, the dominant shrub is the thin-leaved mock orange *Philadelphus tenuifolius*, the most common herbaceous plant is the Asian celandine *Chelidonium asiaticum*.*

Keywords: *ecological trail, vegetation cover, Bastak Nature Reserve.*

Reference: Rubtsova T.A. Flora and vegetation of the Tigrinaya ecological trail in the Bastak Nature Reserve. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 44–48. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-44-48.

Поступила в редакцию 01.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 595.799:504.062:502.33

СОХРАНЕНИЕ ДИКИХ ПЧЕЛ (HYMENOPTERA: APOIDEA) – ВАЖНОГО КОМПОНЕНТА БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Е.В. Игнатенко

Зейский государственный природный заповедник,

ул. Строительная 71, г. Зея, 676246,

e-mail: evignatenko@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0562-3509>

Дикие пчелы – значимый компонент сохранения и восстановления природных ресурсов. В работе обращено внимание на уникальность фауны диких пчёл на особо охраняемых природных территориях. Анкетирование, проведенное в заповедниках и национальных парках юга Дальнего Востока, показало нарушение природоохранного законодательства учреждениями и непонимание важности проблемы размещения пазек медоносной пчелы в охранных зонах и у границ ООПТ. При этом происходит «выдавливание» диких пчёл медоносной пчелой, что ведет к разрушению девственных экосистем.

Ключевые слова: компонент биологических ресурсов, дикие пчелы, медоносная пчела, особо охраняемые природные территории.

Образец цитирования: Игнатенко Е.В. Сохранение диких пчел (Hymenoptera: Apoidea) – важного компонента биологических ресурсов // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 49–53. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-49-53.

Насекомые-опылители являются неотъемлемым компонентом биологической системы, они способствуют развитию огромного числа видов цветковых растений и существованию человека. На первом месте стоят дикие пчелы (общественные и одиночные), далее – мухи, осы, бабочки, муравьи, жуки, цикадки и другие насекомые.

На ООПТ элементы живой (видовой состав, соотношение количества животных и растительных организмов в популяциях) и неживой природы находятся под охраной и не должны меняться из-за антропогенного вмешательства, растущего из года в год. Тем не менее сорные растения расселяются вдоль дорог и троп, благодаря жизнедеятельности человека осваиваются окружающие земли. Губительны для всего живого пожары, случающиеся во время вегетационного периода, подавляющая доля которых происходит по вине человека. При техногенной нагрузке меняется химический состав почв и, как следствие, видовой состав растительного сообщества – кормовых

объектов пчёл. Происходит перемещение населения в места с более комфортными климатическими условиями, чему способствовала программа «дальневосточного гектара». Выделенные участки нередко расположены рядом с ООПТ, часто используются для устройства пазек. Медоносная пчела одомашнена человеком в древности, её разводят ради мёда, воска, яда, перги, молочка, но на ООПТ возникает конфликт между дикими пчелами и медоносной пчелой.

Материал и методика

Дикие пчелы (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes) являются одними из индикаторов при оценке видового разнообразия и экологического состояния территорий, что особенно важно для заповедников и национальных парков как эталонов природы, где наблюдается естественный ход природных процессов; рефугиумов для некоторых видов, ради сохранения которых ООПТ созданы; источником возобновления биологических ресурсов за границами ООПТ. Около 70% всех видов

цветковых растений специализировано к опылению пчёлами: природные опылители определяют функционирование экосистем, являются компонентами, поддерживающими ресурсный потенциал [4]. Видовой состав надсемейства Apoidea юга Дальнего Востока на настоящий момент в значительной степени изучен, выявлено 385 видов из 6 семейств [1]. Например, в Хинганском заповеднике обитают 158 видов пчёл, относящихся к 39 родам, в заповеднике «Бастак» возможно обитание 79 видов из 31 рода [8], в «северном» Зейском заповеднике обнаружено 132 вида из 23 родов. В Красную книгу Российской Федерации занесены 13 видов диких пчёл, ареалы 2 видов (*Bombus unicus* Morawitz, 1883; *Apis cerena* Fabricius, 1793) захватывают южные части ДВ [8].

Медоносная пчела (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) относится к тому же надсемейству Apoidea к группе социальных пчёл, имеет большие семьи, развивающиеся на протяжении многих лет. Разведение медоносной пчелы на юге Дальнего Востока, имеющем природные условия с благоприятным климатом и разнообразной богатой естественной кормовой базой, является перспективным бизнесом. После развала Советского Союза с прекращением работы хозяйств, производивших мёд, количество пчелиных семей резко сократилось, например, для Приморского края с 450 тыс. пчелосемей до 60 тыс.

Выполнен анализ Положений об учреждениях (заповедниках и национальных парках юга Дальнего Востока), собрана актуальная информация о наличии пасек на территориях и в окрестностях 21 особо охраняемой территории: заповедников, национальных парков, федеральных заказников.

Обсуждения

Международный договор «... о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства» [9] утверждает, что более 30% растений, которые входят в рацион питания человека, опыляются именно дикими пчёлами: «... международное сообщество всё в большей степени признает важное значение опылителей как одного из элементов разнообразия И вместе с тем появляется всё больше свидетельств потенциально серьезного сокращения популяций опылителей ...». Благополучие каждого из этих видов обеспечивается, при отсутствии влияния человека, большим рядом разнообразных природных ресурсов. Это фенологические и ландшафтные условия, обилие кормовых растений, наличие экологических ниш, место

и ярус гнездования, высота полёта, наличие врагов и паразитов и др. Подавляющее большинство пчёл – антофильные насекомые, за исключением некоторых родов, представители которых собирают масла, выделяемые цветками посещаемых ими растений [12].

Для пчёл лимитирующим фактором считается достаточная кормовая база, которая делится между разными видами опылителей в ходе напряженной борьбы. Неиспользованных ресурсов в природе не бывает. Вид выживает в сложных конкурентных условиях. Специалист по биологии диких пчёл В.Г. Радченко, отвечая на вопрос о влиянии медоносных пчёл на фауну диких пчёл в степных заповедниках, сказал, что: «При насыщении цветущих растений медоносными пчёлами они выбирают практически весь выделяемый цветками нектар, что вынуждает диких пчёл покидать такие участки, и при отсутствии альтернативных (кормовых) мест дикие пчёлы резко снижают свою продуктивность, поскольку вынуждены большую часть времени проводить в поисках корма, или просто погибают от голода, поскольку нектар является энергетическим ресурсом для жизнедеятельности взрослых диких пчёл» [2].

Медоносная пчела – одомашненное животное, является непревзойдённым опылителем благодаря тому, что её семья состоит из огромного числа особей (200–700 тыс.). Из-за особенности строения ротового аппарата и поведения она способна опылять не все виды растений. На Дальнем Востоке этот чужеродный вид появился в конце 19 века, для него созданы условия: искусственные гнёзда-ульи, помощь в борьбе с паразитами, подкормка и пр. Содержание пасек разного размера – от нескольких ульев до 200 и более семей медоносной пчелы – особенно широко развито на юге региона. Если во время полёта не будет найден нектар, с помощью которого насекомое восстанавливает потраченную энергию, оно не сможет улететь дальше либо вернуться. Поэтому пчела-сборщица редко удаляется более чем на 2–3 км от своей пасеки. Площадь участка, которую охватывает одна семья медоносной пчелы, составляет от 12 и более квадратных километров [6]. Медоносная пчела является полилектом, посещающим многие цветковые растения, из-за чего страдают олиго- и монолектные виды диких пчёл. В особенности это относится к видам, которые занимают одно экологическое пространство с медоносной пчелой (суточные периоды активности, сроки лёта, места гнездования, высота полёта и пр.). Кроме того, случается, что при роении отводок может улететь

на ООПТ, где поселяется в подходящем дупле, что автор неоднократно наблюдала в Хинганском заповеднике.

Учёты в окрестностях пасек с помощью ловушек показали полное или частичное вытеснение диких пчёл рабочими особями *A. mellifera* [5]. При этом подтвердили наибольшую активность медоносных пчёл на участке радиусом не менее 2 км и вытеснение ими других видов, за исключением шмелей, которые встречались и непосредственно вблизи ульев. Наблюдала более высокую плотность медоносных пчёл по сравнению с другими видами на участке радиусом 0,5–1 км, где возникала конкуренция за ресурсы питания. Несмотря на полное отсутствие шмелей в учётах на разнотравном лугу вблизи пасеки (около 200 м), отдельные особи шмелей активно работали на цветах одновременно с домашними пчёлами на расстоянии от пасеки 50–100 м на обильно цветущих липах, то есть при избытке корма. Начиная с расстояния в 500 м и более доля шмелей в учётах составляла уже 3,3%.

Учёты методом transectов, проведённые в июле 2000 г. в пойме реки Амур и в 2020 г. в пойме реки Зеи, показали, что домашние пчёлы вытесняли другие виды пчёл с цветущих растений на участках, расположенных на расстоянии 1,5–2 км от пасек. То же подтверждает многолетний опыт сборов пчёл в окрестностях сельских поселений в местностях с традиционным пчеловодством: качественные сборы непосредственно на прилегающих землях выполнить невозможно из-за обилия медоносной пчелы, и приходится уходить за 2–4 км.

Анкетирование ФГБУ, управляющих ООПТ юга Дальневосточного региона показало следующее. В Положениях об ООПТ **допускается размещение ульев на специально выделенных участках** для сотрудников учреждения (ГПЗ «Бастак»: на территории заповедника на период с июля по август выставлялась 1 пасека на 20 пчелосемей, в ОЗ (охранная зона) – 5 пасек, на первой 25 пчелосемей постоянно в 2024 г., на второй – 15 пчелосемей также с июля по август, две других не использовались); ГПЗ «Хинганский» – 1 пасека в ОЗ (10 ульев); НП «Ануйский»: на участках в рекреационной зоне и зоне хозяйственного назначения, определённых учреждением, передвижных пасек нет, имеется 3 стационарных пасеки в границах ООПТ, но земельные участки, где они расположены, не входят в состав парка, контролю не подлежат; **расположение пасек на территории запрещено, но они расположены в непосред-**

ственной близости от границ (0,2–1 км) – ГПЗ «Хинганский» – 5 пасек (около 200 пчелосемей); ГПЗ «Большехехцирский» – 2 пасеки (размеры не известны) и до 20 ульев на приусадебных участках на расстоянии 0,1–1 км; ГПЗ «Лазовский» – 11 пасек (550 пчелосемей) на сопредельной территории на расстоянии 0,3–1,5 км; «Земля леопарда» – большое количество пасек в непосредственной близости от территорий Уссурийского ГПЗ, Земли леопарда и Кедровой пади; **размещение пасек не оговорено:** ФЗ «Хехцирский» – на сопредельной территории 4 поселения в долине р. Амур (до 2 км); НП «Удэгейская легенда» – 1 пасека (1 км), количество семей неизвестно.

Отметим, что при создании в последние десятилетия новых ООПТ и обновлении Положений отставался запрет размещения на их землях ульев и пасек (ГПЗ «Даурский», ГПЗ «Ханкайский», НП «Зов тигра» и др.).

В современной практике работы ООПТ федерального значения сложилась неоднозначная ситуация. Закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ [7] (ст. 6, п. 1) регламентирует, что ООПТ обязаны «сохранять биологическое разнообразие и поддерживать в естественном состоянии охраняемые природные комплексы». На практике наблюдаем нарушение закона при допущении на ООПТ или размещении вблизи их границ пасек с медоносной пчелой. На юге Хабаровского и Приморского краёв обитает аборигенный вид – китайская восковая пчела (*A. cerana*), находится на северной границе ареала и занесена в Красную книгу России [9], нуждается в особой охране от конкурентного давления медоносной пчелы на ООПТ этих регионов. По сообщениям прессы, после получения «дальневосточного гектара» в Приморском и Хабаровском краях только ленивый не обзавёлся пасекой. Распространённое отношение администраций ООПТ иллюстрируют СМИ. В 2010 г. по распоряжению директора заповедника «Кедровая падь» произошло разрушение семьи китайской восковой пчелы, поселившейся в одном из домиков заповедника. Чтобы отстала природоохранная прокуратура, составлен акт на гибель 1 особи [10]. В настоящее время в заповеднике «Бастак» приступили к разработке экскурсионного маршрута «В мире пчёл» на экологической тропе. Из текста следует, что речь пойдёт об отношениях цветковых растений и медоносной пчелы, а не о сохранении наиболее важного компонента биологических ресурсов – фауны диких пчёл, поскольку завершающей точкой экскурсионного маршрута станет

павильон «Мастерская пчеловода» и беседка для чаепития с мёдом [3].

Заключение

На некоторых ООПТ на практике происходит нарушение требований федерального законодательства в части сохранения природной среды «в естественном состоянии». В результате подрываются основы восстановления природных ресурсов. Понимание сложившейся ситуации позволит адекватно и однозначно оценить размещение пасек медоносных пчёл на ООПТ и в их ОЗ как неприемлемое и вредное: медоносная пчела – полилект, конкурент для каждого вида диких пчёл, а также других опылителей, питающихся или кормящих своё потомство пыльцой и нектаром цветковых растений, способствующих их опылению и поддержанию биоразнообразия.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аннотированный каталог перепончатокрылых насекомых России. Т. 1. Сидячебрюхие (Symphyta) и жалоносные (Apoicrita: Aculeata) / под ред. С.А. Белокобыльского, А.С. Лелея. СПб.: Русская коллекция СПб, 2017. 475 с.
2. Борейко В.Е. Пасеки в заповедниках как грубое нарушение заповедного режима // Киевский эколого-культурный центр. URL: <http://ecoethics.ru/paseki-v-zapovednikah-kak-gruboe-narushenie-zapovednogo-rezhima/> (дата обращения: 10.02.2022).
3. В гости к пчелам // Биробиджанер штерн. 2024. 12 июня. С. 13.
4. Васильев С.В., Козицкий Я.И. Растительные ресурсы левобережной части Нижневартовского района // Биологические ресурсы и природопользование: сб. науч. тр. Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского пед. ин-та, 1997. Вып. 1. С. 5–19.
5. Игнатенко Е.В. Фауна пчел (Hymenoptera, Apoidea) Хинганского заповедника и его окрестностей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2006. 22 с.
6. Лангстрот Л.Л. Пчела и улей / пер. с англ. А.А. Воровича, Т.А. Минакиной, Я.О. Ронинсона. М.: Колос, 1969. 506 с.
7. Об особо охраняемых природных территориях. Федеральный закон от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (дата обращения: 01.04.2025).
8. Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации. Приказ МПР от 24 марта 2020 года № 162 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564578614> (дата обращения: 01.04.2025).
9. Опылители: заброшенное биоразнообразие, имеющее важное значение для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства // Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Продовольственная и сельскохозяйственная ООН. Третья сессия управляющего органа. URL: <https://www.fao.org/3/be104r/be104r.pdf> (дата обращения: 10.02.2022).
10. Очень заповедная история // Журнал Михаила Кречмара. URL: <https://kiowa-mike.livejournal.com/4710870.html> (дата обращения: 01.04.2025).
11. Процалыкин М.Ю. Фауна пчел (Hymenoptera, Apoidea) Еврейской автономной области // Чтения памяти А.И. Куренцова. 2007. Вып. XVIII. С. 88–93.
12. Roubik D.W. Obligate necrophagy in a social bee // Science. 1982. Vol. 217, N 4564. P. 1059–1060.

REFERENCES:

1. *Annotirovannyi katalog pereponchatokrylykh nasekomykh Rossii. T. 1. Sidyachebryukhie (Symphyta) i zhalonosnye (Apoicrita: Aculeata)* (Annotated catalog of hymenoptera of Russia. Vol. 1. Sessile-bellied (Symphyta) and stinging (Apoicrita: Aculeata)), S.A. Belokobylsky, A.S. Leley Eds. Saint Petersburg: Russian Collection of St. Petersburg, 2017. 475 p. (In Russ.).
2. Boreiko V.E. Paseki in the reserves as a gross violation of the reserve regime. *Kievskii ekologo-kul'turnyi tsentr*. Available at: <http://ecoethics.ru/paseki-v-zapovednikah-kak-gruboe-narushenie-zapovednogo-rezhima/> (accessed: 10.02.2022). (In Russ.).
3. On a visit to the bees. *Birobidzhaner shtern*, 2024, 12 iyunya, pp. 13. (In Russ.).
4. Vasiliev S.V., Kozitsky Ya.I. Plant resources of the left-bank part of the Nizhnevartovsk region, in *Biologicheskie resursy i prirodopol'zovanie: sb. nauch. tr.* (Biological resources and environmental management: collection of scientific papers). Nizhnevartovsk: Publishing House of the Nizhnevartovsk Pedagogical Institute, 1997, no. 1, pp. 5–19. (In Russ.).
5. Ignatenko E.V. Fauna of bees (Hymenoptera, Apoidea) of the Khingan the reserve and its surroundings. Extended Abstract of Cand. Sci.

- (biol.) Dissertation. Vladivostok, 2006. 22 p. (In Russ.).
6. Langstroth L.L. *Pchela i ulei* (The bee and the hive), translated from English by A.A. Vorovich, T.A. Minakina, Ya.O. Roninson. Moscow: Kolos Publ., 1969. 506 p. (In Russ.).
 7. About specially protected natural territories. Federal Law no. 33-fz dated 14.03.1995. *ConsultantPlus*. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/ (accessed: 01.04.2025). (In Russ.).
 8. On approval of the List of wildlife listed in the Red Book of the Russian Federation. MPR Order no. 162 dated March 24, 2020. *Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/564578614> (accessed: 01.04.2025). (In Russ.).
 9. Pollinators: abandoned biodiversity important for food and agriculture. *Mezhdunarodnyi dogovor o geneticheskikh resursakh rastenii dlya proizvodstva prodovol'stviya i vedeniya sel'skogo khozyaistva. Prodovol'stvennaya i sel'skokhozyaistvennaya OON. Tret'ya sessiya upravlyayushchego organa*. Available at: <https://www.fao.org/3/be104r/be104r.pdf> (accessed: 10.02.2022). (In Russ.).
 10. A very reserved story. *Zhurnal Mikhaila Krechmara*. Available at: <https://kiowa-mike.livejournal.com/4710870.html> (accessed: 01.04.2025). (In Russ.).
 11. Proshalykin M.Y. Fauna of bees (Hymenoptera, Apoidea) Jewish Autonomous Region. *Chteniya pamyati A.I. Kurentsova*, 2007, no. XVIII, pp. 88–93. (In Russ.).
 12. Roubik D.W. Obligate necrophagy in a social bee. *Science*, 1982, vol. 217, no. 4564, pp. 1059–1060.

CONSERVATION OF WILD BEES (HYMENOPTERA: APOIDEA) AS AN IMPORTANT COMPONENT OF BIOLOGICAL RESOURCES

E.V. Ignatenko

Wild bees represent an important component of natural resources which needs to be preserved. The work draws attention to the uniqueness of the wild bee fauna in specially protected natural areas. The survey, conducted in nature reserves and national parks in the south of the Far East, shows a violation of environmental legislation by institutions. Among them, there is a lack of understanding of how important it is to avoid placing honey bee apiaries within and near the borders of protected areas. At this, wild bees are being «squeezed out» by honey bees, which leads to the destruction of pristine ecosystems.

Keywords: *component of biological resources, wild bees, honey bee, specially protected natural areas.*

Reference: Ignatenko E.V. Conservation of wild bees (Hymenoptera: Apoidea) as an important component of biological resources. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 49–53. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-49-53.

Поступила в редакцию 08.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 597.552.511:577.122.2:591.543.43(1-924.16)

БЕЛКОВАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА В ХОДЕ ПОКАТНОЙ И НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИЙ

Н.П. Канцерова, Л.А. Лысенко

Институт биологии Карельского научного центра РАН,

ул. Пушкинская 11, г. Петрозаводск, 185910,

e-mail: nkantserova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5844-4788>;

e-mail: l-lysenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9558-7400>

Оценивали интенсивность белковой деградации в тканях горбуши Кольского полуострова в ходе покатной миграции из р. Индёры в Белое море, а также в скелетных мышцах производителей горбуши в ходе нерестовой миграции из Белого моря в р. Индёру. Продемонстрирована взаимосвязь уровня белковой деградации со стадией жизненного цикла горбуши. Установлены особенности физиологического состояния нерестящейся горбуши Кольского полуострова, оцениваемые по уровню активности внутриклеточных протеиназ и содержанию карбонилированных белков, по сравнению с другими видами лососевых.

Ключевые слова: горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, внутриклеточные протеиназы, белковые карбонилы, покатная миграция, нерестовая миграция, р. Индёра, Белое море.

Образец цитирования: Канцерова Н.П., Лысенко Л.А. Белковая деградация тканей и органов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Кольского полуострова в ходе покатной и нерестовой миграций // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 54–57. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-54-57.

Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), представитель тихоокеанских лососей, – моноциклический вид с коротким жизненным циклом, самым высоким темпом роста и массонакопления среди лососевых, характеризующийся очень высокой численностью популяций. Во второй половине XX века были начаты работы по интродукции этого вида в водоемы Атлантики, в которых популяции собственных лососевых рыб гораздо многочисленнее. В настоящее время натурализовавшаяся в Белом море популяция горбуши стабильно обеспечивает возврат по нечетным годам, тогда как популяция четных лет практически отсутствует [1].

Горбуше присущи короткий жизненный цикл (два года), быстрый и синхронный темп

гаметогенеза, быстрые и необратимые физиологические перестройки организма при миграции из морской воды в пресную. Пресноводный этап жизни в постэмбриональный период не превышает нескольких недель, личинки после выхода из грунта мигрируют в море, к моменту рассасывания желточного мешка способны к осморегуляции и переходу из пресной воды в морскую. Морской период длится чуть более года, после чего горбуша совершает возвратную миграцию для нереста в реки, где в двухлетнем возрасте завершает свой жизненный цикл. Как в реке, так и в море вся популяция горбуши является одновозрастной [1].

Одним из маркерных показателей развития адаптивных ответов организмов на изменение внешних условий признан уровень белковой

деградации. Основными системами белковой деградации у позвоночных животных являются убиквитин-протеасомная, лизосомально-аутофагическая и кальпаиновая, причем у рыб преобладают лизосомальный и кальпаиновый пути [10, 11, 15]. Необходимо отметить, что интенсивность внутриклеточного протеолиза в органах и тканях беломорской горбуши на разных стадиях жизненного цикла ранее не исследовалась. Тем не менее, оценка физиологического состояния горбуши во время ската из реки в море, а также нерестовой миграции и нереста, в том числе по уровню белковой деградации в её органах, актуальна, учитывая роль этого вида в экосистемах беломорских рек. Цель нашей работы – оценить белковый катаболизм у смолтов горбуши (в цельных организмах) во время покатной миграции из р. Индёры в Белое море, а также в скелетных мышцах производителей горбуши в ходе нерестовой миграции из Белого моря в р. Индёру.

Исследование проводилось на р. Индёре (Мурманская обл.). Отлов смолтов горбуши проводился в реке в начале (20 мая) и в конце (02 июня) ската. Производители горбуши были выловлены в преднерестовый период (10–15 августа) на трёх участках р. Индёры: устьевом (солёность 30‰, 19.2 °С, полный прилив), эстуарном (солёность 6‰, 16.8 °С, полный прилив), предэстуарном (пресная вода, 16.3 °С). Пробы тканей и органов фиксировали в жидком азоте. В исследуемых образцах определяли активность кальпаинов – кальцийзависимую казеинолитическую активность, чувствительную к ингибиторам цистеиновых протеиназ [5], химотрипсиноподобную активность протеасом [13], активность катепсина D [2], содержание водорастворимого белка [3], содержание белковых карбонильных групп [9].

Отмечен высокий уровень активности внутриклеточных протеиназ у смолтов всех изученных групп. Для горбуши характерна ранняя смолтификация [7, 16], личинки начинают смолтифицироваться практически сразу после вылупления, еще до полной резорбции желточного мешка [6, 14]. Смолтификация и скат горбуши происходит при очень малом размере особей (~0.2 г) и сопровождается переходом с эндогенного питания на экзогенное. Согласно данным литературы, для покатных смолтов горбуши характерен очень высокий уровень метаболизма [8, 12]; полученные нами результаты о высоком уровне активности внутриклеточных протеиназ у изученных смолтов горбуши также подтверждают в целом высокий уровень метаболизма.

Охарактеризован уровень активности внутриклеточных протеиназ, а также содержание водорастворимых и карбонилированных белков в скелетных мышцах производителей горбуши в ходе нерестовой миграции из Белого моря в р. Индёру. В белых скелетных мышцах исследованных рыб обнаружено отсутствие достоверных изменений растворимой фракции белков, а также повышение активности катепсина D, играющего ведущую роль в деградации мышечных белков, однако не столь значительное, как у других видов лососевых. Для горбуши описаны поведенческие адаптации, направленные на поиск оптимальных путей миграции [4], по сравнению с неркой горбуша расходует меньше энергии на созревание половых продуктов. Указанные особенности позволяют горбуше подойти к нерестилищам в относительно сохранном, неистощённом состоянии со слабыми проявлениями нерестовых изменений. В ходе нерестовой миграции горбуши наблюдалось накопление карбонилированных белков, маркеров оксидативного стресса.

Таким образом, полученные в результате исследования данные о белковой деградации, включая активность протеолитических ферментов, уровень их белковых субстратов, в том числе необратимо повреждённых окислением, в целых организмах смолтов беломорской горбуши, а также в скелетных мышцах горбуши на разных отрезках нерестового пути, в целом согласуются со сведениями литературы, полученными для других видов лососёвых на разных этапах жизненного цикла. Выявленный высокий уровень активности внутриклеточных протеиназ и содержания карбонилированных белков у смолтов горбуши во время покатной миграции из реки Индёры в Белое море свидетельствует о высокой скорости обмена белка и метаболических процессов в целом у недавно вылупившихся и переходящих с эндогенного на экзогенное питание личинок горбуши. Присущие нерестящейся горбуше поведенческие адаптации обуславливают физиологическое состояние её производителей в речной период пути к местам размножения. Так, усиление протеолитических процессов и расход тканевых белков в мышцах горбуши не столь значительны, как у других видов лососёвых, что позволяет ей подойти к нерестилищам с относительно слабыми проявлениями деградации тканей.

Исследование проведено в рамках государственного задания КарНЦ РАН FMEN-2022-0006.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Городилов Ю.Н. О проблеме интродукции тихоокеанских лососей в моря европейской части России // Вестник СПбГУ. Сер. 3. Биология. 2003. № 4. С. 57–63. EDN: RTSZWN.
2. Anson M.L. The estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin // *The Journal of general physiology*. 1938. Vol. 22, N 1. P. 79–89.
3. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // *Analytical biochemistry*. 1976. Vol. 72, N 1–2. P. 248–254.
4. Crossin G.T., Hinch S.G., Farrell A.P. et al. Pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) migratory energetics: response to migratory difficulty and comparisons with sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // *Can. J. Zool.* 2003. Vol. 81, N 12. P. 1986–1995. DOI: 10.1139/z03-193.
5. Enns D.L., Belcastro A.N. Early activation and redistribution of calpain activity in skeletal muscle during hindlimb unweighting and reweighting // *Canadian journal of physiology and pharmacology*. 2006. Vol. 84, N 6. P. 601–609.
6. Gallagher Z.S., Bystriansky J.S., Farrell A.P. et al. A novel pattern of smoltification in the most anadromous salmonid: pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) // *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 2013. Vol. 70, N 3. P. 349–357.
7. Heard W.R. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) // *Pacific salmon life histories* / eds. C. Groot, L. Margolis. Vancouver: UBC Press, 1991. P. 119–230.
8. Killen S.S., Costa I., Brown J.A. et al. Little left in the tank: metabolic scaling in marine teleosts and its implications for aerobic scope // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2007. Vol. 274, N 1608. P. 431–438.
9. Levine R.L., Garland D., Oliver C.N. et al. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins // *Methods in enzymology*. 1990. Vol. 186. P. 464–478.
10. Martin S.A., Blaney S., Bowman A.S. et al. Ubiquitin–proteasome-dependent proteolysis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effect of food deprivation // *Pflügers Archiv*. 2002. Vol. 445. P. 257–266.
11. Nemova N.N., Kantserova N.P., Lysenko L.A. The traits of protein metabolism in the skeletal muscle of teleost fish. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. 2021. Vol. 57 (3). P. 626–645. DOI: 10.1134/s0022093021030121.
12. Ou M., Hamilton T.J., Eom J. et al. Responses of pink salmon to CO₂-induced aquatic acidification // *Nature Climate Change*. 2015. Vol. 5, N 10. P. 950–955.
13. Rodgers K.J., Dean R.T. Assessment of proteasome activity in cell lysates and tissue homogenates using peptide substrates // *Int J Biochem Cell Biol*. 2003. Vol. 35. P. 716–727.
14. Sackville M., Wilson J.M., Farrell A.P. et al. Water balance trumps ion balance for early marine survival of juvenile pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) // *Journal of Comparative Physiology B*. 2012. Vol. 182. P. 781–792.
15. Salem M., Nath J., Rexroad C.E. et al. Identification and molecular characterization of the rainbow trout calpains (Capn1 and Capn2): their expression in muscle wasting during starvation // *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 2005. Vol. 140, N 1. P. 63–71.
16. Quinn T.P., Myers K.W. Anadromy and the marine migrations of Pacific salmon and trout: Rounsefell revisited // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2004. Vol. 14. P. 421–442.

REFERENCES:

1. Gorodilov Yu.N. On The Problem of Introduction of Pacific Salmons into the Seas of European Russia. *Vestnik SPbGU. Ser. 3. Biologiya*, 2003, no. 4, pp. 57–63. (In Russ.). EDN: RTSZWN.
2. Anson M.L. The estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin. *The Journal of general physiology*, 1938, vol. 22, no. 1, pp. 79–89.
3. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 1976, vol. 72, no. 1–2, pp. 248–254.
4. Crossin G.T., Hinch S.G., Farrell A.P. et al. Pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) migratory energetics: response to migratory difficulty and comparisons with sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Zool.*, 2003, vol. 81, no. 12, pp. 1986–1995. DOI: 10.1139/z03-193.
5. Enns D.L., Belcastro A.N. Early activation and redistribution of calpain activity in skeletal muscle during hindlimb unweighting and reweighting. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 2006, vol. 84, no. 6, pp. 601–609.
6. Gallagher Z.S., Bystriansky J.S., Farrell A.P. et al. A novel pattern of smoltification in the most anadromous salmonid: pink salmon (*Oncorhynchus*

- gorbuscha*). *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 2013, vol. 70, no. 3, pp. 349–357.
7. Heard W.R. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), in *Pacific salmon life histories*, C. Groot, L. Margolis Eds. Vancouver: UBC Press, 1991, pp. 119–230.
 8. Killen S.S., Costa I., Brown J.A. et al. Little left in the tank: metabolic scaling in marine teleosts and its implications for aerobic scope *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2007, vol. 274, no. 1608, pp. 431–438.
 9. Levine R.L., Garland D., Oliver C.N. et al. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods in enzymology*, 1990, vol. 186, pp. 464–478.
 10. Martin S.A., Blaney S., Bowman A.S. et al. Ubiquitin–proteasome-dependent proteolysis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effect of food deprivation. *Pflügers Archiv*, 2002, vol. 445, pp. 257–266.
 11. Nemova N.N., Kantserova N.P., Lysenko L.A. The traits of protein metabolism in the skeletal muscle of teleost fish. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 2021, vol. 57 (3), pp. 626–645. DOI: 10.1134/s0022093021030121.
 12. Ou M., Hamilton T.J., Eom J. et al. Responses of pink salmon to CO₂-induced aquatic acidification. *Nature Climate Change*, 2015, vol. 5, no. 10, pp. 950–955.
 13. Rodgers K.J., Dean R.T. Assessment of protease activity in cell lysates and tissue homogenates using peptide substrates. *Int J Biochem Cell Biol*, 2003, vol. 35, pp. 716–727.
 14. Sackville M., Wilson J.M., Farrell A.P. et al. Water balance trumps ion balance for early marine survival of juvenile pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Journal of Comparative Physiology B*, 2012, vol. 182, pp. 781–792.
 15. Salem M., Nath J., Rexroad C.E. et al. Identification and molecular characterization of the rainbow trout calpains (Capn1 and Capn2): their expression in muscle wasting during starvation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 2005, vol. 140, no. 1, pp. 63–71.
 16. Quinn T.P., Myers K.W. Anadromy and the marine migrations of Pacific salmon and trout: Rounsefell revisited. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2004, vol. 14, pp. 421–442.

PROTEIN DEGRADATION IN THE TISSUES AND ORGANS
OF THE KOLA PENINSULA PINK SALMON *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*
DURING THE DOWNSTREAM AND THE SPAWNING MIGRATION

N.P. Kantserova, L.A. Lysenko

In the work, it is assessed the intensity of protein degradation in tissues of the Kola Peninsula pink salmon during its downstream migration from the Indera River to the White Sea and in skeletal muscles of pink salmon spawners during its spawning migration from the White Sea to the Indera River. The authors have shown a relationship between the level of protein degradation and the life cycle stage of the pink salmon. They have established peculiarities in the physiological state of the Kola Peninsula spawning pink salmon, estimated by the level of intracellular protease activity and the content of carbonylated proteins, as compared to pink salmon species beyond migration.

Keywords: Pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, intracellular proteases, protein carbonyls, downstream migration, spawning migration, Indera River, White Sea.

Reference: Kantserova N.P., Lysenko L.A. Protein degradation in the tissues and organs of the Kola Peninsula Pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* during the downstream and the spawning migration. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 54–57. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-54-57.

Поступила в редакцию 23.04.2025
Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 598.2:574.91:57.084.2

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПТИЦ КАК БИОЛОГИЧЕСКОГО РЕСУРСА В ПЕРИОД СЕЗОННЫХ МИГРАЦИЙ

М.Ф. Бисеров^{1,2}, А.Г. Схинас³

¹Государственный природный заповедник «Бастак»,
ул. Шолом-Алейхема 69А, г. Биробиджан, 679014;

²Государственный природный заповедник «Буреинский»,
ул. Зеленая 3, пос. Чегдомын, 682030,
e-mail: marat-biseroov@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9220-5173>;

³МАОУ «Школа № 79 им. Н.А. Зайцева»,
ул. Стрелковая 81, г. Нижний Новгород, 603128,
e-mail: shinasalla@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-5391-5702>

В статье предлагается методика, позволяющая значительно расширить получаемую информацию по миграциям птиц. Вследствие минимальных трудозатрат она наиболее удобна для использования на особо охраняемых природных территориях. Особо ценным в данной методике является возможность достоверно устанавливать динамику биомассы перелетных видов птиц на протяжении всех этапов миграционного периода.

Ключевые слова: миграция птиц, биомасса, методика, многолетние ряды данных, особо охраняемые природные территории (ООПТ).

Образец цитирования: Бисеров М.Ф., Схинас А.Г. Методика оценки птиц как биологического ресурса в период сезонных миграций // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 58–62. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-58-62.

Для Дальнего Востока России по-прежнему недостаточно представлены работы по оценке птиц как биологического ресурса, предполагающей определение их количественных показателей. Для оценки биоресурсов используют в том числе и такое понятие, как биомасса.

Известно, что измерение и анализ биомассы животных, в том числе и птиц, позволяет установить биологическую продуктивность и энергетические потоки в экосистеме. Высокая биомасса может указывать на богатство природных ресурсов и наличие пищевых цепей, способствующих разнообразию видов. Однако низкая биомасса может свидетельствовать о нарушениях в экосистеме, таких как загрязнение среды обитания или истощение ресурсов. Вообще биомасса животных служит показателем стабильности и устойчивости экосистемы. Если она остается относительно

постоянной с течением времени, то это может свидетельствовать о сбалансированности взаимодействий между разными видами и уровнями трофической цепи [9, 11]. Изучение биомассы животных может быть полезным для планирования и оценки экологических проектов, таких как восстановление разрушенных экосистем или контроль над популяциями отдельных видов. Также это позволяет проводить мониторинг состояния природных ресурсов и принимать меры по их сохранению и эффективному использованию. Биомасса животных является важным индикатором экологического состояния среды и обладает большими возможностями для изучения и оценки разнообразных аспектов животного мира.

Биомасса птиц, обладающих высоким уровнем обмена веществ и потребляющих много пищи, относительно велика по сравнению с дру-

гими теплокровными позвоночными животными. Как и другие группы животных, птицы участвуют в биологическом круговороте, трансформации, перераспределении органического вещества, в переносе энергии по трофическим уровням экосистем, влияют на лесной фитоценоз [8, 14]. Поэтому столь важна оценка птиц как биологического ресурса, особенно в свете того, что многие птицы совершают сезонные перемещения, когда биомасса птиц в конкретном районе меняется стремительно. В нашем случае биомасса перелетных птиц – это масса птиц, участвующих в миграции в данной местности или экосистеме в определенный момент времени. Биомасса может относиться к биомассе одного или нескольких видов, или к биомассе всех птиц, принимающих участие в миграции.

При оценке биомассы вида как минимум выясняются пять основных вопросов [9]:

1. Изменение биомассы вида в течение года в одной точке ареала.
2. Изменение биомассы вида в течение нескольких лет.
3. Перемещение биомассы вида внутри ареала.
4. Связь и соотношение биомассы вида (группы видов) с таковой иных компонентов биоценоза.
5. Связь и соотношение биомассы вида (группы видов) с рядом погодных параметров.

Для изучения численности птиц и последующей оценки их биомассы в летний и зимний периоды существует множество широко известных методик. В их основе лежит допущение того, что численность птиц в эти периоды меняется относительно слабо и для установления их биомассы (общей и для отдельных видов) можно ограничиться одним или двумя учетами за данный сезон года. Однако для периода сезонных миграций, когда фаунистический состав и население птиц максимально изменчивы и динамичны, проследить биомассу мигрирующих птиц, ее динамику на всем протяжении миграционного периода, длящегося несколько месяцев, до сих пор не представлялось возможным, поскольку учетные работы, как правило, проводятся с периодичностью, превышающей 1 сутки [6].

При изучении миграций птиц ранее нами была разработана и многие годы успешно применяется методика изучения динамики численности птиц, принимающих участие в миграции [7]. Известно, что большинство птиц совершает сезонные миграции в основном в ночное время [8, 9],

в связи с чем большинство традиционных дневных наблюдений за перелетными птицами в миграционный период на самом деле относятся к их кормовым перемещениям, совершаемым в промежутке между ночными бросками-перелетами [8, 14]. Большую часть биомассы птиц, участвующих в перелетах над материковыми пространствами, составляют представители нескольких отрядов, среди которых наиболее многочисленны представители отряда воробьинообразных (*Passeriformes*), чаще всего фиксирующиеся учетчиками на маршрутах. Для них, в частности, установлено, что при миграциях над экологически благоприятными районами большая часть особей ночных мигрантов покидает район миграционной остановки в первую же ночь после прилета [14], поэтому проведение ежедневных утренних маршрутных учетов на постоянном маршруте объективно показывает динамику пролета огромного большинства видов птиц. Весной мигранты, как правило, не останавливаются в местах отдыха на более длительный срок, торопясь к местам гнездования, а регистрируемые ежедневно утром особи большей частью являются птицами, завершившими ночной бросок и приступившими к дневным кормовым перемещениям. Поэтому данные, получаемые в ходе ежедневных маршрутных учетов, также вполне отражают реальную динамику пролета. Сами маршрутные учеты птиц наиболее удобно проводить по общеизвестной методике Ю.С. Равкина [12]. Они проводятся в течение всего периода миграции, который обычно в Приамурье охватывает период с конца марта – начала апреля по конец мая, в утренние часы на постоянном маршруте, обычно не превышающем 2–4 км, поскольку прохождение учетчиком большего расстояния, как правило, захватывает время завершения утренней активности птиц (обычно после 11 часов утра). Собранный материал после проведения первичной обработки ежедневных маршрутных учётов для удобства последующего анализа рассматривается по пятидневкам (пентадам) месяца, т.е. общее число встреч птиц, отмеченных за данную пентаду и умноженных на коэффициенты, соответствующие дальности их обнаружения, делится на общее пройденное расстояние за эту пентаду. При дальнейшем анализе рассматривается полученный таким образом показатель, соответствующий количеству особей на 1 км² в среднем для данной пентады [11]. С примерами анализа полученных материалов и заполнения таблиц можно ознакомиться в следующих работах [1–3 и др.].

Применяемая нами методика оказалась и

наиболее удобной для определения биомассы всех учитываемых мигрирующих птиц, причем на протяжении всего миграционного периода и начала гнездового периода. Полученные данные по динамике как общей биомассы мигрантов, так и отдельных их видов лучше анализировать, как и показатели обилия птиц, для каждой пентады месяца. Итоговые значения биомассы мигрантов рассчитываются на основании полученных сведений о плотности населения вида и среднего веса особи конкретных видов.

Биомасса вида на определенной территории представляет собой сумму биомассы особей разных полов. Биомасса и численность вида вычисляются для площадей в 1 км² и т. д. на основании знания численности особей данного вида на соответствующих площадях. Расчеты численности и биомассы проводятся дифференцированно для разных экосистем или биотопов для каждой пентады месяца. Например, по нашим данным [1] средняя численность синехвостки *Tarsiger cyanurus* для первой пентады апреля 2015 г. в полосе хвойно-широколиственных лесов заповедника «Бастак» в высотном диапазоне 150–350 м н.у.м. составляла 3,1 особей/км². Средний вес одной взрослой птицы данного вида составляет 14,0 г. В результате биомасса синехвосток на 1 км² равнялась: 14,0 г X 3,1 = 43,4 г. В конце пролета (вторая пентада мая) плотность населения вида составляла 112,0 особей/км². Биомасса в этот же период составляла: 14,0 г X 112,0 = 1568,0 г. Аналогично определяется биомасса в другие пентады.

Работы, организованные с применением предлагаемой методики, позволяют определять следующие параметры:

1. Видовой состав и обилие мигрантов (оценка обилия птиц по А.П. Кузякину) [10];
2. Сроки появления птиц;
3. Последовательность прилета разных видов;
4. Сроки прилета самцов и самок (для некоторых видов);
5. Динамику пролета всех видов, принимающих участие в миграции;
6. Доминирующие виды по пентадам месяцев;
7. Сроки завершения миграции (для большинства видов);
8. Плотность населения перелетных видов в начале гнездового сезона;
9. Биомассу птиц (всех, участвующих в миграции, а также отдельных видов) в целом за сезон и по его периодам;

10. Изменение миграционной ситуации по годам и ее связь с изменениями погодных параметров;

11. Наряду с учетом птиц, принимающих участие в пролете, возможен одновременный учет оседлых и зимующих видов птиц. В таком случае можно получить сведения об общей биомассе птиц в период сезонных миграций.

Необходимо указать, что предлагаемая методика изучения миграций птиц наиболее эффективна и пригодна для всех видов мигрирующих птиц в весенний период. В то же время в осенний период отлет на зимовку местногнездящихся птиц проходит незаметно по сравнению с весной и также обычно осуществляется в ночное время. Помимо меньшей заметности, осенний отлет сильно растянут во времени и часто совпадает с окончанием линьки – периодом, когда большинство воробьиных птиц ведут себя крайне осторожно, часто оставаясь незамеченными. Поэтому в осенний период данная методика, по нашему многолетнему опыту [4, 5], наиболее применима для изучения хода миграций наиболее массовых в этот период видов птиц. К таковым относятся птицы, не гнездящиеся на данной территории, а появляющиеся только в период сезонных миграций (транзитные виды).

Одним из основных преимуществ предлагаемой методики является возможность получать весьма значительный по объему материал, относящийся к большинству мигрирующих видов, силами всего одного специалиста-орнитолога, поскольку результат достигается при минимально возможных затратах (как правило, силами одного специалиста-орнитолога, ежедневно затрачивающего на прохождение маршрута лишь несколько утренних часов). В связи с этим она весьма удобна для использования на территориях особо охраняемых природных территорий (ООПТ), обычно располагающих малочисленными научными коллективами. Поскольку важнейшей функцией заповедников и национальных парков является сбор и анализ многолетних рядов данных, то работы по исследованию миграций птиц, биомассы мигрантов и ее динамике, проводимые предлагаемым нами способом, позволяют регулярно получать значительно больший объем информации в сравнении с предложенным ранее в методическом руководстве по ведению летописи природы в заповедниках и национальных парках [13].

В заповеднике «Бастак» такой ряд данных создается несколько лет. Уже имеющиеся данные

позволяют оценивать и биомассу птиц. Немаловажным является и то, что работы, проводимые по предлагаемой методике, не наносят никакого ущерба птицам и среде их обитания. При одновременном проведении подобных работ в нескольких заповедниках можно получить уникальную картину пролёта птиц на обширных пространствах региона, в т.ч. и в аспекте оценки их как биологического ресурса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бисеров М.Ф. К весенней миграции птиц в южной части Буреинского нагорья // Региональные проблемы. 2016. № 3. С. 93–102. EDN: WMRDGT.
2. Бисеров М.Ф. Весенняя миграция синехвостки *Tarsiger cyanurus* на Буреинском нагорье // Русский орнитологический журнал. 2018. Т. 27 (1589). С. 1513–1520. EDN: YRHZMA.
3. Бисеров М.Ф. Весенняя миграция овсянки-ремеза *Ocyris rusticus* на Буреинском нагорье // Русский орнитологический журнал. 2020. Т. 29 (1885). С. 583–600. EDN: ZVCLRR.
4. Бисеров М.Ф. Осенний пролет наиболее массовых видов птиц в южной части Буреинского нагорья // Русский орнитологический журнал. 2021. Т. 30 (2085). С. 2971–2975. EDN: NJQAWW.
5. Бисеров М.Ф., Медведева Е.А. Осенняя миграция желтобровой овсянки *Ocyris chrysophrys* в районе Буреинского нагорья // Русский орнитологический журнал. 2020. Т. 29 (1973). С. 4253–4257. EDN: DJLVYY.
6. Вартапетов Л.Г., Романов А.А., Ларионов А.Г., Егоров Н.Н., Шемякин Е.В. Ландшафтно-экологические тенденции пространственных изменений населения птиц Средней Сибири // Сибирский экологический журнал. 2019. № 6. С. 629–639. DOI: 10.15372/SEJ20190601.
7. Думикян А.Д., Бисеров М.Ф. Горные ООПТ и изучение последствий изменения климата // Актуальные вопросы в области охраны природной среды: сб. ФГУ ВНИИ охраны природы. М.: ВНИИприроды, 2008. С. 63–77.
8. Дольник В.Р. Миграционное состояние птиц. М.: Наука, 1975. 397 с.
9. Езерскас Л.И., Пиновский Я. Методические указания по оценке биомассы вида птиц // Исследование продуктивности вида в пределах ареала. Вильнюс, 1973. С. 144–153.
10. Кузякин А.П. Зоогеография СССР // Ученые записки Московского областного педагогического института. М.: Наука, 1962. Т. 109. С. 3–182.

11. Кумари Э.В. Теоретические проблемы изучения миграций птиц // Русский орнитологический журнал. 2014. Т. 23, экспресс-выпуск, № 1021. С. 2103–2107. EDN: SHVQHP.
12. Равкин Ю.С. К методике учетов птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66–74.
13. Филонов К.П. Летопись природы в заповедниках СССР: метод. пособие / К.П. Филонов, Ю.Д. Нухимовская. М.: Наука, 1990. 143 с.
14. Чернецов Н.С. Миграция воробьиных птиц: остановки и полет. М.: Наука, 2010. 173 с.

REFERENCES:

1. Biserov M.F. Towards to Spring Migration of Birds in the Southern Part of Bureinsky Uplands. *Regional'nye problemy*, 2016, no. 3, pp. 93–102. (In Russ.). EDN: WMRDGT.
2. Biserov M.F. Spring Migration of the Red-Flanked Bluetail *Tarsiger Cyanurus* on the Bureya Upland. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2018, vol. 27 (1589), pp. 1513–1520. (In Russ.). EDN: YRHZMA.
3. Biserov M.F. Spring Migration of the Rustic Bunting *Ocyris Rusticus* in the Bureya Highlands. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2020, vol. 29 (1885), pp. 583–600. (In Russ.). EDN: ZVCLRR.
4. Biserov M.F. Autumn Migration of the Most Abundant Bird Species in the Southern Part of the Bureya Upland. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2021, vol. 30 (2085), pp. 2971–2975. (In Russ.). EDN: NJQAWW.
5. Biserov M.F., Medvedeva E.A. Autumn Migration of the Yellow-Browed Bunting *Ocyris Chrysophrys* in the Bureya Highlands. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2020, vol. 29 (1973), pp. 4253–4257. (In Russ.). EDN: DJLVYY.
6. Vartapetov L. G., Romanov A. A., Larionov A. G., Egorov N. N., Shemyakin E. V. Landscape–Ecological Trends of Spatial Changes in the Bird Communities of Central Siberia. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*, 2019, no. 6, pp. 629–639. (In Russ.). DOI: 10.15372/SEJ20190601.
7. Dumikyan A.D., Biserov M.F. Mountain protected areas and the study of the effects of climate change, in *Aktual'nye voprosy v oblasti okhrany prirodnoi sredy: sb. FGU VNIi okhrany prirody* (Current issues in the field of environmental protection: collection of the Federal State Research Institute for Nature Protection). Moscow: VNIi-prirody Publ., 2008, pp. 63–77. (In Russ.).
8. Dol'nik V.R. *Migratsionnoe sostoyanie ptits* (The

- migratory state of birds). Moscow: Nauka Publ., 1975. 397 p. (In Russ.).
9. Ezeraskas L.I., Pinovsky Ya. Methodological guidelines for assessing the biomass of a bird speciesin, in *Issledovanie produktivnosti vida v predelakh areala* (Productivity research a species within its range). Vilnius, 1973, pp. 144–153. (In Russ.).
 10. Kuzyakin A.P. Zoogeography of the USSR, in *Uchenye Zapiski Moskovskogo oblastnogo pedagogicheskogo instituta* (Scientific Notes of the Moscow Regional Pedagogical Institute). Moscow: Nauka Publ., 1962, vol. 109. pp. 3–182. (In Russ.).
 11. Kumary E.V. Theoretical Problems of the Study of Bird Migration. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2014, vol. 23, ekspress-vypusk, no. 1021, pp. 2103–2107. (In Russ.). EDN: SHVQHP.
 12. Ravkin Yu.S. On the methodology of accounting birds in forest landscapes, in *Priroda ochagov kleshchevogo entsefalita na Altai* (The nature of foci of tick-borne encephalitis in Altai). Novosibirsk: Nauka Publ., 1967, pp. 66–74. (In Russ.).
 13. Filonov K.P. *Letopis' prirody v zapovednikakh SSSR: metod. Posobie* (Chronicle of nature in the reserves of the USSR: method. manual), K.P. Filonov, Yu.D. Nuhimovskaya. Moscow: Nauka Publ., 1990. 143 p. (In Russ.).
 14. Chernetsov N.S. *Migratsiya vorob'inykh ptits: ostanovki i polet* (Migration of passerine birds: stops and flight). Moscow: Nauka Publ., 2010. 173 p. (In Russ.).

METHODOLOGY FOR ASSESSING BIRDS AS A BIOLOGICAL RESOURCE DURING SEASONAL MIGRATIONS

M.F. Biserov, A.G. Skhinas

The article proposes a technique that allows to significantly expand the information received on bird migrations. Due to minimal labor costs, it is most convenient for use in specially protected natural areas. Particularly valuable in this technique is the ability to reliably define the biomass of migratory bird species throughout the migration period.

Keywords: migration of birds, biomass, methodology, long-term data series, specially protected natural areas (SPNA).

Reference: Biserov M.F., Skhinas A.G. Methodology for assessing birds as a biological resource during seasonal migrations. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 58–62. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-58-62.

Поступила в редакцию 10.03.2025

Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 591.15:574.34:599.742.41(571.621)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СОБОЛЯ СЕВЕРА ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ: МОРФОТИПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

А.Л. Брыкова, Л.В. Капитонова, Л.В. Фрисман

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,

ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: a.l.brykova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2617-1417>;

e-mail: kapitonova66@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6284-4387>;

e-mail: l.frisman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4674-59-78>

Исследованы интермолярные нёбные складки у 91 экземпляра соболя из северной части Еврейской автономной области четырех охотничьих сезонов 2015–2016, 2021–2022, 2022–2023 и 2023–2024 гг. У животных обнаружено от 7 до 10 поперечно протяженных нёбных складок – из них одна антимолярная между клыками и 6–9 интермолярных. Исследованы симметричные и асимметричные морфотипы интермолярных нёбных складок, включая полноразмерные и половинчатые варианты. В суммарной выборке выявлено 6 симметричных и 9 асимметричных морфотипов. Во все сезоны наиболее часто встречаемым морфотипом является симметричный право-левосторонний (7,5–7,5). Обнаружено изменение встречаемости различных морфотипов по сезонам. Доля асимметричных морфотипов в суммарной выборке составила 24%, при этом в последнем сезоне (2023–2024 гг.) наблюдалось снижение их разнообразия до двух вариантов и уменьшение доли до 14%.

Ключевые слова: соболя, *Martes zibellina*, нёбные складки, изменчивость, Еврейская автономная область, популяционная структура.

Образец цитирования: Брыкова А.Л., Капитонова Л.В., Фрисман Л.В. Исследование популяционной структуры соболя севера Еврейской автономной области: морфотипический анализ // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 63–68. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-63-68.

Изучение морфологической и генетической изменчивости и последовательный анализ ее динамики у соболя (*Martes zibellina* L, 1758) является важным аспектом понимания возможного влияния природных и антропогенно обусловленных процессов на изменение популяционной структуры, а значит, могут быть потенциально полезны для разработки методов сохранения и рационального использования этого пушного ресурса.

В настоящее время наиболее востребованными направлениями такого исследования являются анализ молекулярно-генетических и морфотипических (краниологических) характеристик. Как пример генетических адаптивно нейтральных признаков мы рассматривали микросателлиты. Исследование двух микросателлитных локусов в материале охотничьих сборов зимних сезонов от

2011–2012 до 2022–2023 гг. показало относительную однородность популяционной структуры соболя севера Еврейской автономной области, как правило, не приводящую к статистически значимому уровню дифференциации во времени [3].

Для дальнейшего исследования мы взяли нёбные складки – утолщения слизистой оболочки верхней части полости рта, поперечно пересекающие нёбо, – как пример морфотипических, адаптивно значимых характеристик. Последнее обусловлено участием нёбных складок в обработке пищи. Проведенное нами ранее исследование соболя по суммарным выборкам двух охотничьих сезонов (2014–2015 и 2015–2016 гг.) в пяти географических районах Приамурья обнаружило высокое разнообразие морфотипов нёбных складок, выраженное изменчивостью числа, морфологии и

Зимний сезон	Локальности	n	№ точки
2015–2016	Правый берег р. Б. Каменушка, ключи Амсояр и Канхой	18	1
	Верховья р. Б. Никита, район устья кл. Темный	2	2
2021–2022	Верховья р. Б. Никита	17	3
2022–2023	п. Бира, зимник через р. М. Никита (устье)	1	4
	п. Бира, слияние Б. и М. Никиты	31	5
2023–2024	Верховья р. Б. Никита	11	3
	п. Бира, зимник через р. М. Никита (устье)	7	4
	р. Каменный Ключ	4	6
	Суммарно	91	

симметрии-асимметрии [4].

Цель настоящей работы – выявить изменение встречаемости картин нёбных складок во времени. Задача – описание полиморфизма числа интермолярных нёбных складок у соболей севера Еврейской автономной области по сборам четырёх

охотничьих сезонов: 2015–2016 гг., рассмотренного ранее, и 2021–2022, 2022–2023, 2023–2024 гг.

Был исследован материал от 91 экземпляра соболей, собранных имеющими лицензии на их добычу охотниками (табл. 1). Локализация сборов представлена на карте (рис. 1). Определение коли-

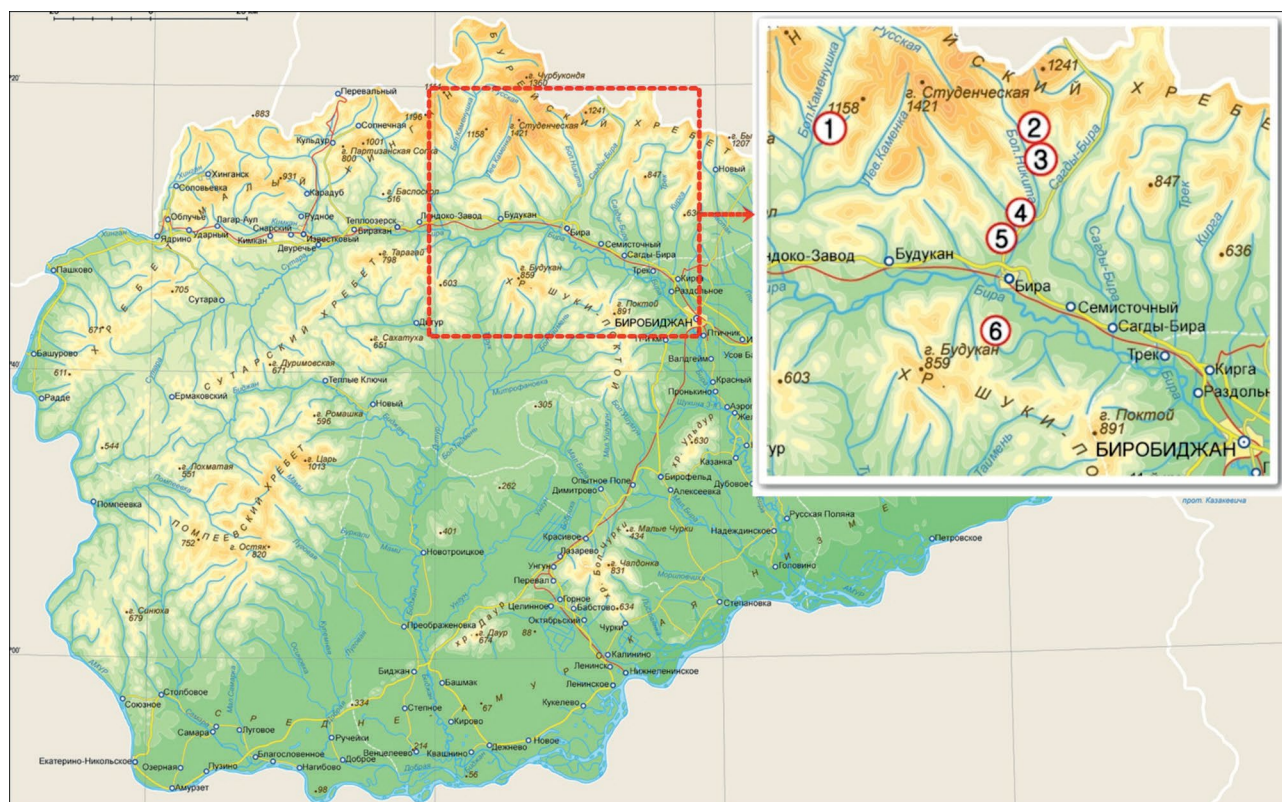


Рис. 1. Картограмма локализации точек сбора материала

Fig. 1. A cartographic diagram of the collection points localization

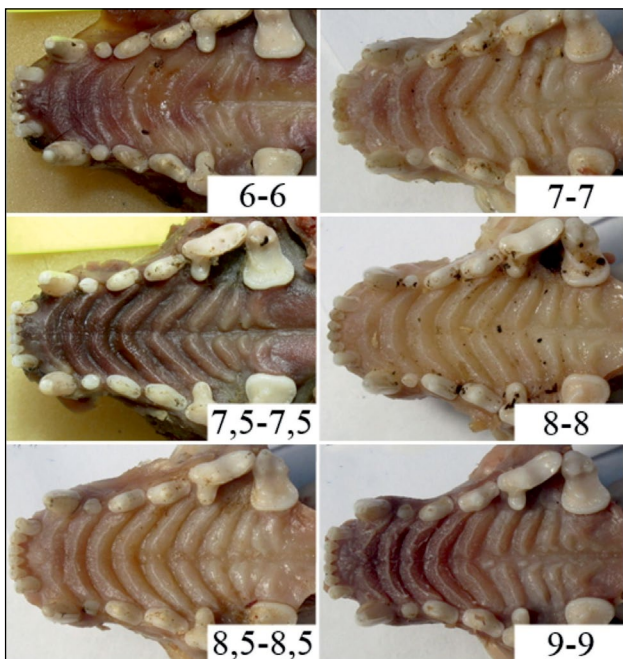


Рис. 2. Симметричные нёбные складки

Fig. 2. Symmetrical palatine folds

чества нёбных складок, их строения и возрастной структуры популяции проводилось по методикам, описанным в нашей предыдущей работе [4].

Как и ранее, при исследовании приамурских соболей сборов 2014–2015 и 2015–2016 гг. [4], у животных четырёх рассматриваемых в этой работе сезонов было обнаружено от 7 до 10 попе-

речно протяжённых нёбных складок. У всех особей между клыками расположена одна длинная неразделённая антимолярная складка. Встречены различные варианты проявления антимолярной складки – от хорошо выявляемого валика до почти полного его исчезновения. Как и в проведённом ранее исследовании [4], нам не удалось выявить чётких вариантов изменения структуры этой складки. Не обнаружена и возрастная изменчивость её строения. Крайние варианты – хорошо выявляемый валик и практически полная его размытость – встречаются в группах и молодых (1 и 2 возрастные группы), и возрастных животных (3–4 возрастные группы).

Расположенные между премолярами и молярами интермолярные нёбные складки встречаются в количестве от 6 до 9. Они показывают как право-левосторонне симметричные (рис. 2), так и асимметричные картины (рис. 3). Большинство рассматриваемых особей (69 из 91) имели равные количества интермолярных складок на правой и левой сторонах нёба, измеренных в количестве полноразмерных, плюс половинчатых складок, независимо от того, соединены или нет каким-то концом половинчатая и рядом расположенная полноразмерная, либо две полноразмерных. Пять-шесть нёбных складок, выходящие периферийными концами на премоляры и боковую сторону моляра, обычно полноразмерные, дугообразные и симметричные. Их смешанные морфотипы обнаружены у пяти животных, и такие морфотипы

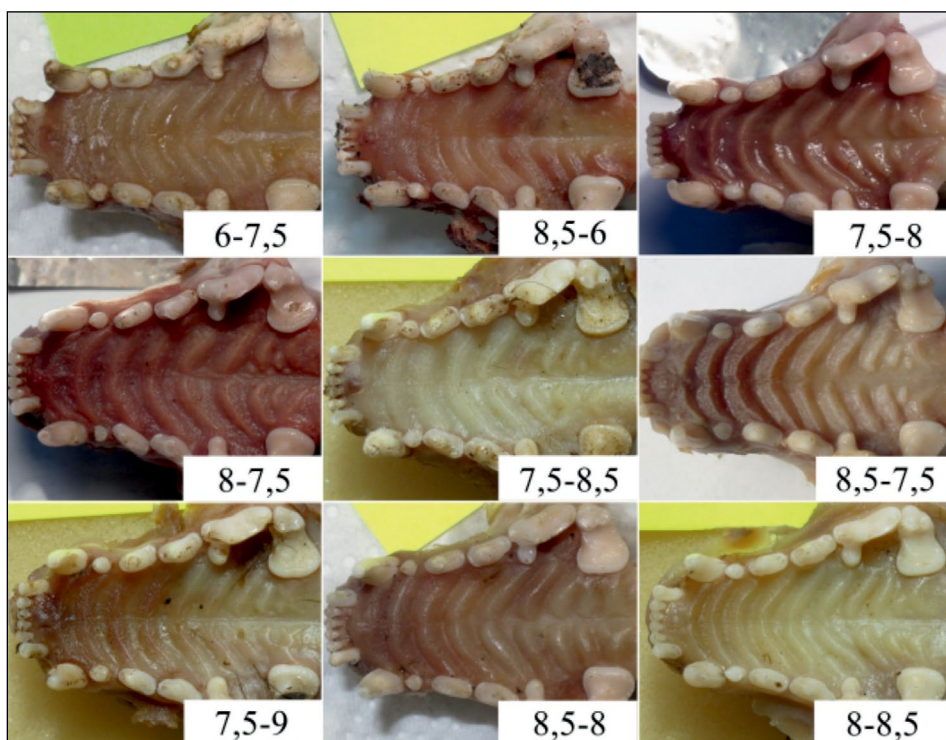


Рис. 3. Асимметричные нёбные складки

Fig. 3. Asymmetrical palatine folds

встречаются в каждом из сезонов. Наиболее изменчивая картина наблюдается для группы складок, локализованных между внутренними сторонами моляров. Здесь обнаруживается до трёх складок. Кроме полноразмерных, именно здесь зачастую представлена половинчатая складка, чья длина составляет от трети до более половины соседних полноразмерных. Такие складки, следуя за Н.И. Калабуховым и Н.Н. Тропининым [2], мы

обозначаем как «0,5». Эта складка бывает отдельной либо присоединена к какой-либо из соседних, обычно к следующей за ней. Складки, локализованные между внутренними сторонами моляров, так же собраны как в право-левосторонние симметричные, так и в ассиметричные морфотипы. Вариации встречаемости признака «количество интермолярных нёбных складок» по сезонным сборам представлены в табл. 2 и на рис. 4.

Таблица 2

Вариации значений признака «количество интермолярных нёбных складок» у соболя *Martes zibellina*

Table 2

Variations in the « number of intermolar palatine folds» sign in the *Martes zibellina* sable

Сезон	n	Вариации значений признака «количество интермолярных нёбных складок» и их встречаемость в сезонных сборах														
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Право-левосторонне симметричные						Право-левосторонне ассиметричные								
		6	7	7,5	8	8,5	9	6	8,5	7,5	8	7,5	8,5	7,5	8	8,5
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6	7	7,5	8	8,5	9	7,5	6	8	7,5	8,5	7,5	9	8,5	8
2015–2016	20	0	1	5	5	4	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0
2021–2022	17	1	0	8	2	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
2022–2023	32	0	2	11	8	2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	2
2023–2024	22	0	2	7	5	4	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1
Суммарно	91	2	4	31	20	11	1	1	1	4	2	3	4	1	2	4

Примечание: n – количество животных в сезонной выборке. Для право-левосторонне ассиметричных нёбных складок: первое значение – правая сторона, второе – левая сторона

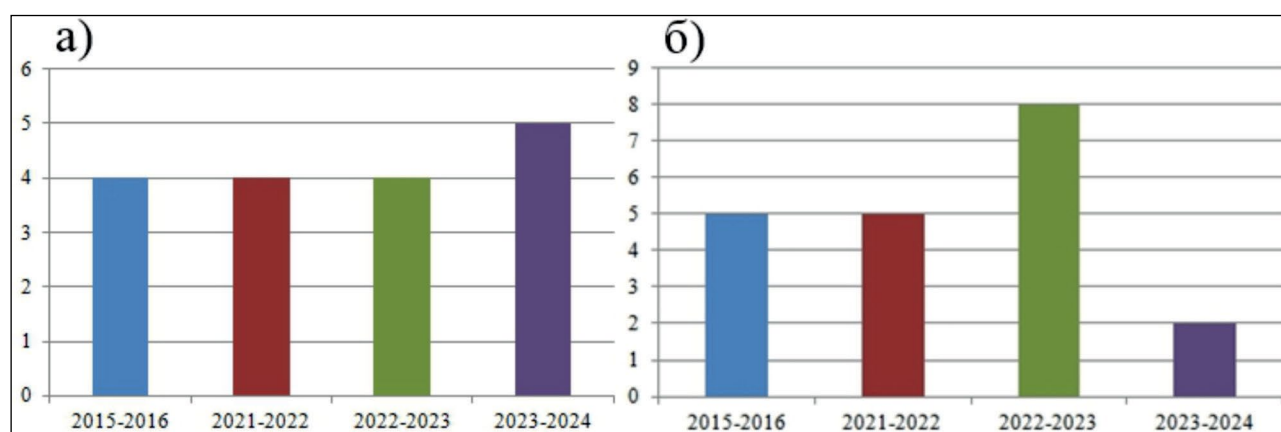


Рис. 4. График распределения встречаемости фенотипов «количество интермолярных нёбных складок»: а) право-левосторонне симметричные б) право-левосторонне ассиметричные

Fig. 4. Graph of the «number of intermolar palatine folds» phenotypes distribution: а) right-left symmetrical б) right-left asymmetrical

В суммарной выборке всех сезонов наиболее часто представлен симметричный морфотип 7,5–7,5, несколько ниже встречаемость морфотипа 8–8 и ещё ниже, но более других симметричных и всех асимметричных, представлен морфотип 8,5–8,5. В сборах отдельных сезонов обнаруженная картина сохраняется для морфотипов 7,5–7,5 и 8–8. Встречаемость морфотипа 8,5–8,5 падает в сезоны 2021–2022 и 2022–2023 и возвращается к состоянию 2015–2016 в сезон 2023–2024.

В суммарной выборке всех сезонов асимметричные морфотипы представлены девятью вариантами. Как видно из табл. 2, в первые два сезона (2015–2016 и 2021–2022) обнаружены четыре и пять асимметричных морфотипов. В выборке сезона 2022–2023 их уже восемь. Однако эта выборка превышает предыдущие по численности. В выборке 2023–2024 гг., близкой по численности к двум первым, обнаружены только два асимметричных морфотипа. Проведенная оценка уровня значимости различий сравниваемых сезонных групп точным критерием Фишера [1] показала статистическую достоверность падения разнообразия морфотипов интермолярных нёбных складок в сезон 2023–2024.

Общая доля встречаемости асимметричных морфотипов в суммарной выборке всех сезонов равна 24%. Доля этих морфотипов в первые три из рассматриваемых сезонов также достаточно велика и представлена близкими значениями (2015–2016 = 25%; 2021–2022 = 29%; 2022–2023 = 28%). В сезон 2023–2024 общая доля встречаемости асимметричных морфотипов = 14%. Однако, наблюдаемые межсезонные различия встречаемости асимметричных морфотипов оказались статистически не достоверны.

Проведённое ранее исследование двух признаков (микросателлитных локусов Ma3 и Mer041) не обнаружило статистически значимых различий между рассматриваемыми сезонными выборками. Является ли обнаруженное на том же материале в один из сезонов статистически значимое снижение разнообразия асимметричных морфотипов результатом случайной флуктуации популяцион-

ной структуры либо отражает влияние каких-либо природных или антропогенных факторов, может быть понято при дальнейшем анализе этой популяции.

Авторы выражают благодарность П.В. Будилову за помощь в сборе материала, Е.А. Ерофеевой за помощь в оформлении базы данных и карты собранного материала.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика. 1976. 598 с.
2. Калабухов Н.И., Тропинин Н.Н. Отличия в строении нёбных складок у двух подвидов полуденной песчанки (*Meriones meridianus* Pall.) // Экология. 1979. Т. 10, № 6. С. 59–64.
3. Фрисман Л.В., Брыкова А.Л. Мониторинг генетической структуры популяции соболя (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) Среднего Приамурья // Генетика. 2023. Т. 59, № 4. С. 437–447. DOI: 10.31857/S0016675823040033.
4. Фрисман Л.В., Капитонова Л.В. Изменчивость нёбных складок у соболя (*Martes zibellina*) Среднего Приамурья // Региональные проблемы. 2018. Т. 21, № 2. С. 39–51. DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-2-39-51.

REFERENCES:

1. Zaks L. Statisticheskoe ocenivanie. M.: Statistika. 1976. 598 s. (In Russ.).
2. Kalabukhov N.I., Tropinin N.N. Differences in the structure of palatal folds in two subspecies of the midday gerbil (*Meriones meridianus* Pall.). *Ekologiya*, 1979, vol. 10, no. 6, pp. 59–64. (In Russ.).
3. Frisman L.V., Brykova A.L. Monitoring the Genetic Structure of the Sable Population (*Martes Zibellina* Linnaeus, 1758) Middle Amur Region. *Genetika*, 2023, vol. 59, no. 4, pp. 437–447. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0016675823040033.
4. Frisman L.V., Kapitonova L.V. Variability of Palatal Ridges of the Sable (*Martes Zibellina*) in the Middle Amur Region. *Regional'nye problemy*, 2018, vol. 21, no. 2, pp. 39–51. (In Russ.). DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-2-39-51.

STUDY OF THE SABLE POPULATION STRUCTURE IN THE NORTH OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION: MORPHOTYPIC ANALYSIS

A.L. Brykova, L.V. Kapitonova, L.V. Frisman

Intermolar palatine folds were studied for 91 sable specimens from the northern part of the Jewish Autonomous region during four hunting seasons of 2015–2016, 2021–2022, 2022–2023 and 2023–2024. From 7 to 10 transversely extended palatine folds were found in animals. One of them is antimolar, situated between the canines, and from 6 to 9 folds are intermolar. Symmetrical and asymmetric morphotypes of intermolar palatine folds, including full-size and half-length variants, have been studied. The total sample revealed 6 symmetrical and 9 asymmetric morphotypes. In all seasons, the most common morphotype is symmetrical right-left (7.5–7.5). It was revealed a seasonal change in various morphotypes occurrence. The share of asymmetric morphotypes in the total sample was 24%, while in the last season (2023–2024) it was observed a decrease in their diversity to two variants, and a decrease in their share - to 14%.

Keywords: *sable, Martes zibellina, palatine folds, variability, Jewish Autonomous region, population structure.*

Reference: Brykova A.L., Kapitonova L.V., Frisman L.V. Study of the sable population structure in the north of the Jewish Autonomous region: morphotypic analysis. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 63–68. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-63-68.

Поступила в редакцию 12.05.2025

Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 599.742.21:591.52(571.6)

УЧАСТКИ ОБИТАНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БУРЫХ МЕДВЕДЕЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

И.В. Серёдкин

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,

ул. Радио 7, г. Владивосток, 690041,

e-mail: seryodkinivan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>

*Исследования использования бурым медведем (*Ursus arctos*) пространства проводили в пяти районах Дальнего Востока России: на Среднем Сихотэ-Алине, Южной Камчатке, Восточной Камчатке, Центральной Камчатке и Восточном Сахалине. С помощью телеметрии определяли местонахождения и перемещения 45 особей бурых медведей, оснащенных радио- или GPS-ошейниками. Годовые участки обитания медведей на Сихотэ-Алине (в среднем 891,3 и 349,9 км² для взрослых самцов и самок соответственно) оказались больше, чем на Камчатке и Сахалине, где размер участков составил 153,1 км² для взрослого самца и 6,1–27,6 км² – для взрослых самок. Участки обитания животных весной были меньше, чем летом и осенью. Суточные перемещения взрослых самок составили в среднем 1,7, 1,8 и 1,0 км для Среднего Сихотэ-Алиня, Восточной Камчатки и Восточного Сахалина соответственно. Самцы на Среднем Сихотэ-Алине перемещались в сутки в среднем на 3,1 км. Меченые медведи перемещались на дальние расстояния в любой сезон, за исключением берложного периода. Знание пространственной экологии бурого медведя важно для управления популяциями данного вида.*

Ключевые слова: бурый медведь, радиоошейник, суточные перемещения, телеметрия, участок обитания.

Образец цитирования: Серёдкин И.В. Участки обитания и перемещения бурых медведей на Дальнем Востоке России // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 69–72. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-69-72.

Введение

На большей части территории Дальнего Востока России обитает бурый медведь (*Ursus arctos* L., 1758), играющий заметную роль в экосистемах региона и имеющий большое практическое значение для человека. Знание экологии бурого медведя, в частности использования животными пространства, имеет большое значение в управлении популяциями данного вида. Наибольший интерес в вопросах пространственной экологии бурого медведя представляют размеры участков обитания животных, протяженность их суточных и сезонных перемещений.

Объект и методы

На Дальнем Востоке России исследования проводили в пяти районах: на Среднем Сихотэ-Алине (Сихотэ-Алинский заповедник и его окрестности), Южной Камчатке (бассейн Куриль-

ского озера), Восточной Камчатке (Кроноцкий заповедник), Центральной Камчатке (реки Камчатка и Тигиль) и Восточном Сахалине (заказник «Восточный») в 1993–2020 гг. [1–3, 6]. Слежение велось за 45 особями бурых медведей, оснащенных радио- или GPS-ошейниками. Общая сумма суток слежения за медведями при помощи телеметрии составила 14865. Для отлова медведей с целью мечения использовали четыре метода: ловушки Олдрича, дистанционное обездвиживание, иммобилизацию с вертолета и бочки-ловушки. Методы отлова, иммобилизации и мечения медведей основывались на международном опыте работы с крупными хищными млекопитающими [4, 5] с учетом приоритета безопасности исследователей и животных.

Расчет площади участков обитания медведей производили методом «фиксированный

кERNEL» [7]. Участком обитания считали пространство, вероятность нахождения животного в котором составляла 95%. В качестве характеристики суточных перемещений использовали суточное смещение – расстояние между локациями медведя, временной интервал между которыми составлял около суток (20–28 ч). Для описания сезонных перемещений использовали дистанцию между двумя локациями медведя, совершившего перемещение. Для животных с регулярным GPS-позиционированием протяженность перемещений за определенный период времени определяли как сумму линейных смещений между последовательными локациями.

Для сравнения выборок, содержащих показатели участков обитания и перемещений медведей, было обосновано применение непараметрических статистических критериев Манна–Уитни и Краскела–Уоллиса.

Результаты исследования и их обсуждение

Размеры годовых участков обитания. На Среднем Сихотэ-Алине средний размер девяти годовых участков обитания взрослых самцов медведей составил 891,3 км² при минимальной площади 237,2 км² и максимальной – 1559,2 км². Средний размер пяти годовых участков взрослых самок – 349,9 км². Средний размер участков обитания у взрослых самцов был достоверно больше, чем у взрослых самок ($p < 0,05$). Молодые животные (в возрасте 3 лет) на Сихотэ-Алине имели годовые участки размером 237,2 и 333,6 км² у самца и самки соответственно.

Определены размеры двух годовых участков обитания взрослых самок на Восточной Камчатке и двух взрослых самок на Восточном Сахалине, а также одного взрослого самца на Центральной Камчатке. Самки на Восточной Камчатке имели сопоставимые между собой по размеру участки (21,7 и 27,6 км²). На Восточном Сахалине участок одной самки (15,2 км²) был значительно больше участка другой самки (6,1 км²). Размер годового участка самца на Центральной Камчатке составил 153,1 км². В целом размеры годовых участков обитания бурых медведей на Камчатке и Сахалине оказались меньше, чем на Сихотэ-Алине.

Размеры сезонных участков обитания. На Южной Камчатке в летний период определены размеры участков обитания семи самок и двух самцов. Средняя площадь летних участков обитания самок составила 17,4 км². Размер участка четырехлетнего самца (66,2 км²) летом был больше, чем максимальный размер участка у самки (22,6 км²), но значительно меньше, чем у другого самца более

старшего возраста (274,1 км²). В осенний период на Южной Камчатке у одной медведицы участок обитания имел относительно большую для самки площадь (51,0 км²), превосходящую площадь участка другой медведицы в 3,9 раза.

Участки обитания медведей на Камчатке и Сахалине весной оказались минимальными по сравнению с другими сезонами. Наименьший сезонный участок имела самка на Восточной Камчатке весной (0,06 км²). В летний период участки обитания самок на Сахалине (их площадь от 1,6 до 16,4 км²) были меньше, чем у медведей на Камчатке, где максимальный размер участка у самки был 153,2 км². У большинства животных летние участки превосходили в размерах таковые в другие сезоны. Минимальный размер осеннего участка имела медведица на Восточном Сахалине (1,9 км²), которую сопровождал медвежонок, а максимальный был у самца на Центральной Камчатке (80,3 км²).

Суточные перемещения. На Среднем Сихотэ-Алине среднее суточное смещение для взрослых самцов медведей составило 3,1 км при разбросе значений от 0 до 19,2 км. Молодой самец за сутки смещался в среднем на 2,1 км. У самок данный показатель составил 1,7 км при максимуме 11,0 км. Между суточными смещениями взрослых самцов и самок выявлены достоверные отличия ($p < 0,001$). Также достоверно отличались перемещения взрослых самцов с таковыми молодого самца ($p < 0,05$). Суточные перемещения самок на Сихотэ-Алине были больше летом по сравнению с другими сезонами.

На Южной Камчатке расстояние между локациями медведей менялось за сутки в широких пределах: от 0,02 до 10,9 км. В летний период суточные перемещения самок оказались несколько больше, чем осенью. Средние значения суточных смещений у разных самок в летний период составляли от 0,8 до 1,6 км.

Данные о суточных перемещениях в течение целого года получены для двух самок с Восточной Камчатки и двух – с Восточного Сахалина. На Камчатке среднесуточные смещения самок за год оказались больше, чем на Сахалине ($p < 0,001$) и составили в среднем 1,8 и 1,0 км соответственно. В отдельные сутки величина смещений варьировалась от $< 0,01$ до 24,3 км. Весной суточные смещения самок были меньше, чем в летний период в обоих районах ($p < 0,001$), и меньше, чем осенью на Камчатке ($p < 0,001$). Самки на Восточной Камчатке летом в среднем смещались за сутки больше, чем на Восточном Сахалине ($p < 0,01$; 2,2

и 1,2 км соответственно). Осенью среднесуточные смещения самок на Камчатке оказались больше, чем на Сахалине ($p < 0,001$).

Сезонные перемещения. На Среднем Сихотэ-Алине меченые медведи перемещались на дальние расстояния (свыше 10 км) в любой сезон периода их бодрствования, часто пересекая при этом водоразделы речных бассейнов. В постберложный период медведи покидали берложные станции, которые находились от кормовых на разных дистанциях. Взрослые самцы в этот период (в течение апреля) совершили переходы, линейные дистанции которых составили 33, 36 и 45 км. В течение мая медведи также совершали значительные переходы, в частности, один из самцов посетил бассейны трех крупных рек, сместившись на 62 км. Животные периодически кочевали в течение лета. Так, взрослая самка в июне–июле сместилась на 45 км. Осенние переходы во время наживки совершало большинство меченых медведей на Сихотэ-Алине. Пройденное одним из самцов за месяц расстояние, рассчитанное как сумма дистанций между последовательными локациями, составило 122 км. Взрослые самцы в ноябре совершали переходы на дистанции от 20 до 60 км перед залеганием в берлогу. Самки также проходили в предберложный период значительные расстояния. Так, самка с двумя медвежатами первого года жизни в конце октября прошла до места залегания в берлогу 65 км.

На Южной Камчатке самки в летне-осенний период перемещались в основном в пределах ограниченного пространства, как правило, вдоль побережья Курильского озера или рек в его окрестностях. Один из самцов в середине июля покинул Курильское озеро и в течение нескольких дней переместился на 33 км.

Данные о протяженности перемещений за годовой цикл получены для двух самок с Восточной Камчатки и двух – с Восточного Сахалина. Сумма перемещений между GPS-локациями для медведей за год менялась незначительно – от 537,5 до 636,9 км. Весной сумма перемещений у одной из самок на Сахалине была значительно больше, чем у других, и составила 110,6 км, тогда как у других самок не превышала 37,3 км. Летом общая дальность переходов была наименьшей у одной самки на Сахалине (272,0 км) и наибольшей (411,7 км) – у другой в том же районе исследования. За осень длина переходов самок в двух районах исследования была в пределах 140,3–197,1 км. У всех самок на Камчатке и Сахалине доля перемещений в летний период была больше по срав-

нению с весной и осенью и составила не менее 51,7%. Доля перемещений за весну была минимальной – в среднем 8,8%.

Заключение

На Дальнем Востоке России существует потребность создания упорядоченной системы управления популяциями бурого медведя, учитывающей результаты научных исследований. В этом отношении полученные данные представляют значительную ценность. Выявленные параметры участков обитания и перемещений подтверждают тезис о том, что для благополучной жизни отдельных особей, а значит, и стабильного существования популяций бурого медведя требуются обширные жизненные пространства. Особо охраняемых природных территорий недостаточно для поддержания жизнеспособных популяций медведя, поэтому важную роль в их сохранении должны играть охотничьи хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Серёдкин И.В. Сезонные перемещения бурых медведей на Сихотэ-Алине // Тихоокеанская география. 2021. № 1. С. 78–86. DOI: 10.35735/tig.2021.5.1.008.
2. Серёдкин И.В., Костыря А.В., Гудрич Д.М., Петруненко Ю.К. Использование пространства бурыми медведями (*Ursus arctos*) на Сихотэ-Алине // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2019. Т. 12, № 4. С. 366–384. DOI: 10.17516/1997-1389-0308.
3. Серёдкин И.В., Ликок В.Б., Пачковский Д., Петруненко Ю.К. Сезонные участки обитания и перемещения бурых медведей *Ursus arctos* в бассейне Курильского озера (Южная Камчатка) // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2019. № 3. С. 80–90. DOI: 10.34078/1814-0998-2019-3-80-90.
4. Jonkel J.J. A manual for handling bears for managers and researchers. Bozeman: Interagency Grizzly Bear Study Team, Montana State University, 1993. 175 p.
5. Kreeger T.J. Handbook of wildlife chemical immobilization. Wyoming: International Wildlife Veterinary Sciences, Inc. Laramie, 1996. 342 p.
6. Seryodkin I.V., Paczkowski J., Borisov M.Y., Petrunenko Y.K. Home ranges of brown bears on the Kamchatka Peninsula and Sakhalin Island // Contemporary Problems of Ecology. 2017. Vol. 10, N 6. P. 599–611. DOI: 10.1134/S1995425517060129.
7. Winkle W.V. Comparison of several probabilistic home-range models // Journal of Wildlife Management. 1975. Vol. 39, N 1. P. 118–123.

REFERENCES:

1. Seryodkin I.V. Seasonal movements of brown bears in the Middle Sikhote-Alin. *Tikhookeanskaya geografiya*, 2021, no. 1, pp. 78–86. (In Russ.). DOI: 10.35735/tig.2021.5.1.008.
2. Seryodkin I.V., Kostyria A.V., Goodrich J.M., Petrunenko Y.K. Space use by brown bears (*Ursus arctos*) in the Sikhote-Alin. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya*, 2019, vol. 12, no. 4, pp. 366–384. (In Russ.). DOI: 10.17516/1997-1389-0308.
3. Seryodkin I.V., Leacock W.B., Paczkowski J., Petrunenko Y.K. Seasonal home ranges and movements of brown bears *Ursus arctos* in the Kuril Lake basin (Southern Kamchatka). *Vestnik Severo-Vostochnogo nauchnogo tsentra DVO RAN*, 2019, no. 3, pp. 80–90. (In Russ.). DOI: 10.34078/1814-0998-2019-3-80-90.
4. Jonkel J.J. *A manual for handling bears for managers and researchers*. Bozeman: Interagency Grizzly Bear Study Team, Montana State University, 1993. 175 p.
5. Kreeger T.J. *Handbook of wildlife chemical immobilization*. Wyoming: International Wildlife Veterinary Sciences, Inc. Laramie, 1996. 342 p.
6. Seryodkin I.V., Paczkowski J., Borisov M.Y., Petrunenko Y.K. Home ranges of brown bears on the Kamchatka Peninsula and Sakhalin Island. *Contemporary Problems of Ecology*, 2017, vol. 10, no. 6, pp. 599–611. DOI: 10.1134/S1995425517060129.
7. Winkle W.V. Comparison of several probabilistic home-range models. *Journal of Wildlife Management*, 1975, vol. 39, no. 1, pp. 118–123.

AREAS OF BROWN BEAR HABITAT AND MOVEMENT IN THE RUSSIAN FAR EAST

I.V. Seryodkin

Studies on the use of space by brown bear (Ursus arctos) have been conducted in five regions of the Russian Far East: Middle Sikhote-Alin, Southern Kamchatka, Eastern Kamchatka, Central Kamchatka, and Eastern Sakhalin. Telemetry was used to determine the locations and movements of 45 brown bear individuals equipped with radio or GPS collars. Annual habitat of the brown bear on Sikhote-Alin is, on average, 891.3 and 349.9 km² for adult males and females, respectively. These indicators are larger than those on Kamchatka and Sakhalin: 153.1 km² for adult bear males and 6.1–27.6 km² for adult females. Their areas are smaller in spring than in summer and fall. Averaged daily movements of adult females are 1.7, 1.8 and 1.0 km for the Middle Sikhote Alin, Eastern Kamchatka and Eastern Sakhalin, respectively. Males in the Middle Sikhote-Alin move, on average, 3.1 km per day. Tagged bears moved long distances any season except for the denning period. Knowledge of the spatial ecology of the brown bear is important for managing this species populations.

Keywords: brown bear, radiocollar, daily movements, telemetry, home range.

Reference: Seryodkin I.V. Areas of brown bear habitat and movement in the Russian Far East. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 69–72. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-69-72.

Поступила в редакцию 16.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 599.742.21:591.611(571.64)

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУЧАЕВ ВЫНУЖДЕННОГО ОТСТРЕЛА БУРЫХ МЕДВЕДЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Цветкова¹, И.В. Серёдкин²

¹Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская 49, Москва, 127550,
e-mail: a.tsvetkova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-3911-2904>;

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
ул. Радио 7, г. Владивосток, 690041,
e-mail: seryodkinivan@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4054-9236>

*В Сахалинской области в период с 2014 по 2024 годы регистрируется высокая частота случаев вынужденного отстрела бурого медведя (*Ursus arctos* L., 1758) – в среднем 98 особей в год. Общая динамика случаев вынужденных отстрелов бурых медведей имеет тенденцию к увеличению. Большая часть случаев отстрела приходится на городские округа «Город Южно-Сахалинск», Анивский, Корсаковский и Холмский (> 80 случаев в год). Большинство случаев фиксировалось в период с июля по август (летний пищевой период).*

Ключевые слова: конфликтные ситуации с животными, нападения хищников на человека, регулирование численности животных, управление популяцией.

Образец цитирования: Цветкова А.А., Серёдкин И.В. Пространственно-временные характеристики случаев вынужденного отстрела бурых медведей на территории Сахалинской области // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 73–76. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-73-76.

В последние годы актуализировалась проблема выхода бурых медведей (*Ursus arctos* L., 1758) в населенные пункты и возникновения конфликтных ситуаций этих животных с человеком на территории Дальнего Востока и в других регионах России [1, 3, 4]. В средствах массовой информации все чаще появляются сведения о нападениях на сельскохозяйственных животных и людей со стороны хищника [2]. В таком случае проблема несет за собой ряд экономических потерь. В 2023 и 2024 гг. на территории Сахалинской области были зафиксированы 31 и 21 случай нападения медведей на скот соответственно, что составило для сельских фермеров убытки в размере от 2,5 до 3,5 миллионов рублей.

В связи с вышеизложенным одним из основных объектов животного мира, за которым требуется пристальное наблюдение в Сахалинской области, является популяция бурого медведя.

В современных экологических условиях развитой цивилизации необходимо иметь детальные знания в вопросе управления популяцией этого крупного хищника.

Материалы и методы

В работе проанализированы материалы Агентства лесного и охотничьего хозяйства Сахалинской области по регулированию численности бурого медведя.

Результаты исследования

Всего зарегистрировано 1073 случая вынужденного отстрела бурых медведей в Сахалинской области, произошедших в 2014–2024 гг. (табл. 1) В среднем происходило 98 случаев вынужденного отстрела в охотничий сезон. Большая часть случаев отстрела приходится на городские округа Анивский (121 случай), город Южно-Сахалинск (138 случаев), Корсаковский (85 случаев) и Холмский (84 случая). Наибольшее число отстрелов за

год по всей области (177 случаев) зафиксировано в 2017 г. Общая динамика частоты вынужденных отстрелов бурых медведей в области в последние 10 лет имеет тенденцию к увеличению (табл. 1).

В сезонном плане вынужденные отстрелы медведей чаще происходили в летний пищевой период с июля по август (460 случаев), второй по частоте – осенний «нажировочный» период (с сентября по декабрь, 292 случая), немного меньше зафиксировано в весенне-летний период с мая по июнь (251 случай) и наиболее редко (48 случаев) в ранневесенний период с марта по апрель (табл. 2).

Таким образом, на территории Сахалинской области в 2014–2024 гг. зарегистрировано 1073 случая вынужденного отстрела бурых медведей, общая динамика случаев имеет тенденцию к увеличению. Большая часть вынужденных отстрелов бурых медведей за весь период исследования при-

ходится на Анивский, город Южно-Сахалинск, Корсаковский и Холмский городские округа. В сезонном плане вынужденные отстрелы бурых медведей производились в основном в период с июля по август. В связи с сохранением тенденции увеличения конфликтных ситуаций, связанных с выходом бурых медведей в населенные пункты и с последующим вынужденным отстрелом в период с 2014 по 2024 годы, стоит детальнее изучать проблему конфликтных ситуаций «человек – медведь» в Сахалинской области, а именно географию случаев, состояние кормовой базы животных, пригодность среды и т.д. Это даст возможность наиболее точно сформулировать как саму причину увеличения конфликтных ситуаций, так и скорректировать план по рациональному управлению ресурсами бурого медведя в регионе.

Таблица 1

Динамика числа отстреленных особей (вынужденное регулирование ресурсов) бурого медведя в городских округах Сахалинской области в 2014–2024 гг.

Table 1

Shot brown bear individuals number dynamics (forced regulation of the resource) in urban districts of the Sakhalin region in 2014–2024

Число вынужденных отстреленных особей												
Городской округ	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	всего за 10 лет
Александровск-Сахалинский район	3	6	0	2	0	0	0	0	3	1	0	15
Анивский	4	7	6	34	18	13	12	2	5	13	7	121
Долинский	2	6	0	7	4	10	17	11	5	9	9	80
Корсаковский	3	2	7	13	8	4	5	7	16	16	4	85
Курильский	7	0	1	2	0	0	4	6	6	11	5	42
Макаровский	4	0	4	11	5	5	4	6	4	1	2	46
Невельский	4	4	3	21	6	8	2	3	4	6	4	65
Ногликский	6	5	1	10	3	3	10	5	6	10	6	65
Охинский	2	6	5	5	6	8	20	5	2	4	7	70
Поронайский	4	2	0	8	3	5	2	1	1	0	4	30
Северо-Курильский	0	5	7	3	4	7	1	0	0	0	1	28
Смирныховский	10	4	6	18	6	7	8	3	10	4	4	80
Томаринский	0	0	0	0	0	1	6	1	0	2	0	10
Тымовский	0	1	0	3	0	2	3	4	5	2	3	23
Углегорский	2	1	1	3	3	2	3	1	5	12	7	40
Холмский	4	6	6	7	7	9	10	10	8	12	5	84
Южно-Курильский	2	1	1	13	2	8	4	8	2	7	3	51
город Южно-Сахалинск	8	3	9	17	4	6	11	7	8	25	40	138
Сумма	65	59	57	177	79	98	122	80	90	135	111	1073

Сезонность вынужденных отстрелов бурых медведей
в городских округах Сахалинской области в период с 2014 по 2024 гг.

Seasonality of the brown bear forced shooting
in urban districts of the Sakhalin Region from 2014 to 2024

Городской округ/ сезон	март– апрель	май– июнь	июль– август	сентябрь– декабрь	сумма отстрелов по району
Александровск-Сахалинский район	–	6	1	8	15
Анивский	–	26	51	40	117
Долинский	4	16	50	9	79
Корсаковский	2	30	34	13	79
Курильский	3	6	29	8	46
Макаровский	3	16	24	3	46
Невельский	2	9	16	38	65
Ногликский	3	19	34	10	66
Охинский	1	33	29	8	71
Поронайский	–	6	22	2	30
Северо-Курильский	16	1	6	5	28
Смирныховский	1	18	37	23	79
Томаринский	–	1	7	2	10
Тымовский	–	2	7	12	21
Углегорский	–	13	15	12	40
Холмский	6	23	23	32	84
Южно-Курильский	2	9	16	28	55
город Южно-Сахалинск	5	17	59	39	120
Сумма отстрелов по сезонам	48	251	460	292	1051
Среднее	2,7	13,9	25,6	16,2	58,4

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бочкарев А.А., Слепцов И.И., Корякина Л.П. Региональные особенности конфликта «человек-медведь» в Якутии // Студенческая наука – взгляд в будущее. Красноярск: КрасГАУ, 2024. С. 348–352.
2. Итоги медвежьего сезона-2024 на Сахалине: почему смертельное нападение не вошло в официальную статистику // Лента новостей Сахалина. URL: <https://sakhalin-news.net/society/2024/12/13/241477.html> (дата обращения: 16.03.2024).
3. Королев А.Н. Конфликт «человек – медведь» в Республике Коми: динамика проявления и региональные особенности // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 8. С. 5–19. DOI: 10.17076/eco1530.
4. Примак Т.И., Сельницин А.А., Маснев В.А. Бурый медведь Камчатки: динамика числен-

ности, конфликтов и изъятий в 2017–2019 гг. // Наука и образование: отечественный и зарубежный опыт: сборник трудов 28-й междунар. науч.-практ. конф. Белгород: ООО ГиК, 2020. С. 353–357.

REFERENCES:

1. Bochkarev A.A., Slepcev I.I., Koryakina L.P. Regional peculiarities of the “human-bear” conflict in Yakutia), in *Studencheskaya nauka – vzglyad v budushchee* (Student science - a glimpse into the future). Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University, 2024, pp. 348–352. (In Russ.).
2. Results of the bear season-2024 on Sakhalin: why the fatal attack was not included in the official statistics. *Lenta novostei Sakhalina*. Available at: <https://sakhalin-news.net/society/2024/12/13/241477.html> (accessed: 16.03.2024). (In Russ.).

3. Korolev A.N. The human-bear conflict in the Komi Republic: Manifestation dynamics and regional features). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2022, no. 8. pp. 5–19. (In Russ.). DOI: 10.17076/eco1530.
4. Primak T.I., Sel'nicin A.A., Masnev V.A. Kamchatka brown bear: dynamics of numbers, conflicts and seizures in 2017–2019, in *Nauka i obrazovanie: otechestvennyi i zarubezhnyi opyt: sbornik trudov 28-oi mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Science and Education: domestic and foreign experience collection of proceedings of the 28th International Scientific and Practical Conference). Belgorod: OOO GiK, 2020, pp. 353–357. (In Russ.).

SPATIAL AND TEMPORAL CHARACTERISTICS OF BROWN BEARS FORCED SHOOTING CASES IN THE SAKHALIN REGION

A.A. Tsvetkova, I.V. Seryodkin

*In the Sakhalin Region, for the period of 2014–2024, it was registered a highly frequent forced shootings of the brown bear (*Ursus arctos* L., 1758) in populated areas (98 individuals per year, on average). The overall dynamics of brown bears forced shootings tends to increase. Most of the cases are in the urban districts of Yuzhno-Sakhalinsk, Anivsky, Korsakovsky and Kholmsky (>80 cases). In July-August (summer food period) the highest number of forced brown bears shootings were recorded.*

Keywords: *human animal conflicts, predator attacks on humans, regulation of animal numbers, population management.*

Reference: Tsvetkova A.A., Seryodkin I.V. Spatial and temporal characteristics of brown bears forced shooting cases in the Sakhalin Region. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 73–76. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-73-76.

Поступила в редакцию 20.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 332.3(571.54/.55)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВРАЩЕНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ПАШЕН В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ СЕЛЕНГИ, ЮГО-ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

О.А. Екимовская

Байкальский институт природопользования СО РАН,
ул. Сахьяновой 8, г. Улан-Удэ, 670047,
e-mail: oafe@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2534-3301>

На примере заброшенных пашен среднего течения реки Селенги дана оценка эффективности их возвращения в сельскохозяйственный оборот. Об эффективности реосвоения заброшенных пашен свидетельствует доход, который может быть получен при выращивании на них сельскохозяйственных культур. Полученный доход сопоставляется с затратами на реосвоение заброшенных пашен. На данном этапе исследования нами был рассчитан чистый операционный или рентный доход (ЧОД) для каждой из зерновых культур, которые ранее выращивались и могут вновь возделываться на исследуемой территории.

Ключевые слова: *постаграрные ландшафты, сельскохозяйственное землепользование, реосвоение, эффективность, рентный доход, экологическое состояние.*

Образец цитирования: Екимовская О.А. Оценка эффективности возвращения заброшенных пашен в сельскохозяйственный оборот (на примере среднего течения реки Селенги, юго-западное Забайкалье) // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 77–81. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-77-81.

В 2023 г. в Российской Федерации принята государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса [2]. Республика Бурятия (РБ) относится к регионам, в которых значительно сократилась сельскохозяйственная освоенность после аграрных преобразований 90-х гг. [7], и проблема реосвоения заброшенных земель очень актуальна.

Возвращение постаграрных ландшафтов в сельскохозяйственный оборот требует комплексного подхода. Экономическая прибыль от увеличения валового сбора зерновых и зернофуражных культур может быть меньше затрат на восстановление заброшенных пашен, их рекультивацию. Помимо оценки экономической прибыли от реосвоения необходимо учитывать экологические функции постаграрных ландшафтов (депонирование углерода, среда обитания, резерваты для со-

хранения биоразнообразия и генетического потенциала флоры и фауны).

Цель исследования – оценить экономическую эффективность возвращения постаграрных ландшафтов в сельскохозяйственный оборот. Исследование проводилось на примере постаграрных ландшафтов среднего течения реки Селенги, ее притоков Темник и Чикой (Юго-Западное Забайкалье) в административных границах Селенгинского района РБ (рис.).

Пахотные и естественные кормовые угодья среднего течения рек Селенга, Темник и Чикой (Юго-Западное Забайкалье) относятся к основному сельскохозяйственному ареалу РБ. История их освоения насчитывает более двух веков [1, 6]. Постаграрные ландшафты исследуемой территории расположены в сухостепной природной зоне. Это бывшие пахотные угодья, находящиеся в залежном состоянии около 35–40 лет. Для них харак-

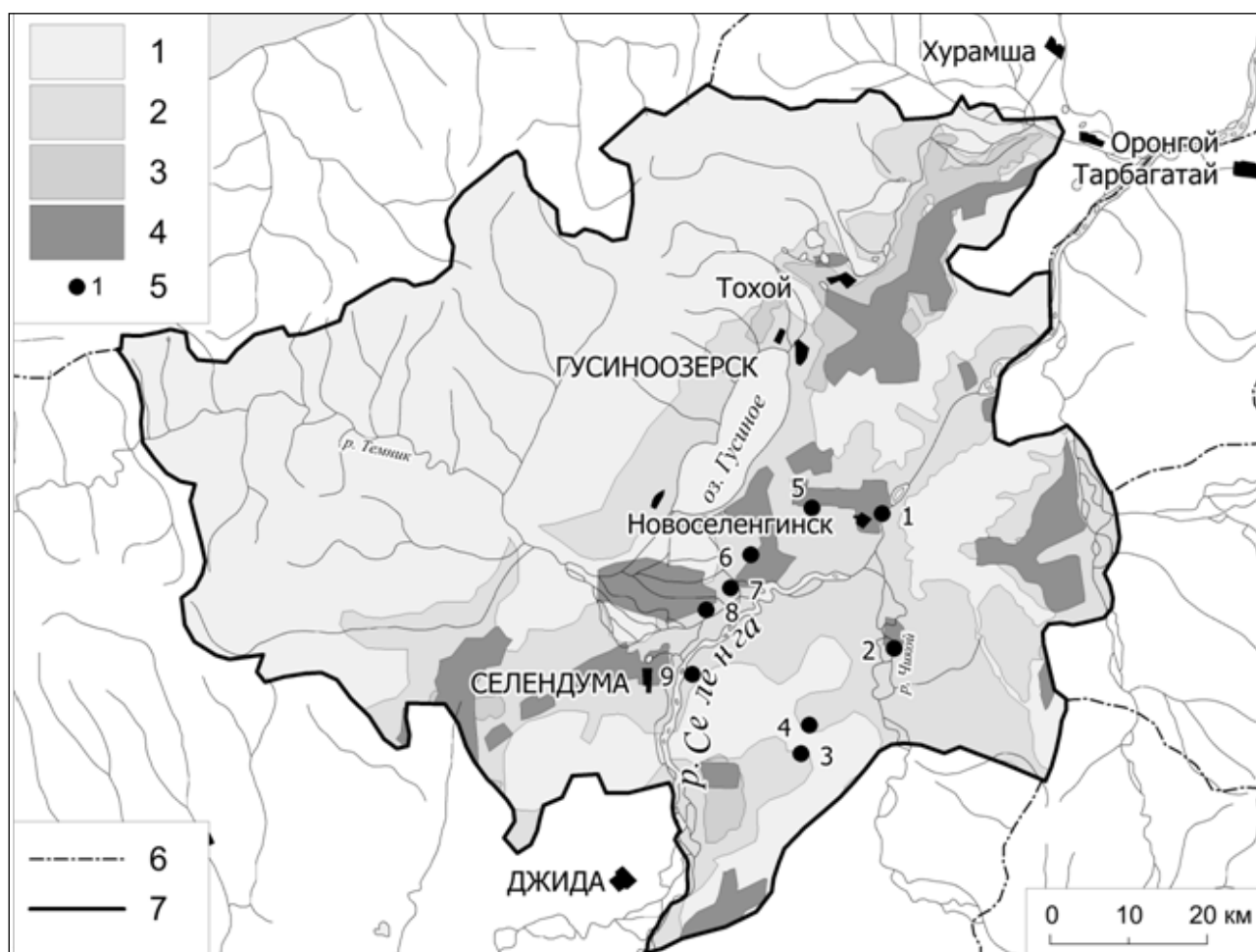


Рис. Залежные земли среднего течения р. Селенги (Юго-Западное Забайкалье)

Цифрами на карте обозначены: I – лесные массивы, II – естественные кормовые угодья, III – используемые пашни, IV – залежные земли, V – озёра, VI – реки; 1–9 – участки исследования

Fig. Fallow lands in the middle reaches of the Selenga River (Southwestern Transbaikalia)

терно широкое развитие эрозии, обусловленное антропогенными факторами, действующими на фоне значительного преобладания лёгких почв и сильных ранневесенних ветров, крайне неравномерного распределения годовой суммы осадков, выпадающих в виде интенсивных ливней. Сложный рельеф, развитие эрозионно-дефляционных процессов обусловили значительную неоднородность почвенного покрова исследуемой территории. Проведенная в 70-х гг. XX в. интенсивная распашка каменистых сенокосов и залежей оказалась неэффективной. Выращивание зерновых на этих участках требовало регулярных мелиоративных мероприятий, механической очистки пашни от камней. Урожай, хлебопекарные и технологические качества зерна были низкими [3–5]. Интенсивное земледелие было возможно при регулярной поддержке государства. Отсутствие до-

таций, сокращение сельского населения ускорили процесс забрасывания сельскохозяйственных угодий в конце 90-х гг. [8].

Для оценки эффективности использования залежных земель в качестве пахотных угодий мы применили рентный подход. Данный метод позволяет рассчитать потенциальный доход при введении в сельскохозяйственный оборот заброшенных сельскохозяйственных угодий за счет естественных факторов производства. Общей основой теории земельных отношений является то, что земля выступает как средство производства, а следовательно, оценивается ее потенциальная возможность производить продукцию.

Величина земельной ренты рассчитывается по формуле: $ЧОД = ВД - 3 \times НП$, где ЧОД – чистый операционный доход, ВД – валовой доход, 3 – затраты, НП – норма прибыли 5%.

Таблица 1

Валовой доход зерновых культур, средний показатель 2018–2020 гг.

Table 1

Gross income of grain crops, average for 2018–2020

Зерновая культура	Урожайность, ц/га	Цена продажи 1 ц, тыс. руб.	Площадь, га	Валовой сбор, ц	Валовой доход, тыс. руб.
Пшеница	12,4	1,13	1543	19133,2	21,621
Ячмень	10,5	1,14	804	8442,0	9,624
Овёс	12,9	1,02	1695	21865,6	22,303

Таблица 2

Чистый операционный (рентный) доход, тыс. руб.

Table 2

Net operating (rental) income, thousand rubles

Зерновая культура	Валовой доход	Затраты	Затраты с НП	Чистый операционный (рентный) доход
Пшеница	21,621	19,388	20,357	1,264
Ячмень	9,624	6,332	6,659	2,965
Овёс	22,303	14,869	15,119	7,184

Валовой доход рассчитывается по формуле: $ВД = ЦП \times НУ \times S$, где ЦП – цена продажи, НУ – нормативная урожайность, S – площадь сельхозугодий.

Валовой доход рассчитывался для культур, традиционно возделываемых в регионе исследования. Это яровая пшеница, овёс и ячмень (табл. 1). Овёс является ведущей культурой в структуре посевов. Это обусловлено низкой плотностью автомобильных дорог, сохранением традиционного образа жизни, важной хозяйственной и транспортной ролью, значительным увеличением поголовья лошадей. Также овёс является наименее затратной и урожайной культурой в силу своих биологических особенностей. Овёс выдерживает поздние весенние и ранние осенние заморозки, малотребователен к почвенному плодородию. Пшеница, несмотря на высокую амплитуду колебаний урожайности, занимает значительные посевные площади, но уступает по этому показателю овсу. В условиях дефицита естественных кормовых угодий ячмень является важной зернофуражной культурой, используемой на корм скоту.

Наибольший рентный доход приносит выращивание овса – 7,184 тыс. руб. (табл. 2). Показатели затрат приведены с учётом НП 5%. Как показывают расчёты, НП 5% приносит минимальный доход при выращивании всех зерновых культур.

Овощи и картофель в Селенгинском районе выращивают только хозяйства населения. Ме-

тодические трудности оценки рентного дохода в случае возделывания этих культур заключаются в отсутствии учёта затрат на выращивание продукции. Выращенная продукция продаётся нерегулярно, широко распространены натуральный обмен на другие виды продукции и в качестве оплаты за оказанные услуги.

В случае использования заброшенных пашен для выращивания фуражных зерновых культур ожидается хотя и небольшая, но всё-таки прибыль. В сложившихся социально-экономических условиях реосвоенные пашни целесообразно использовать для выращивания пшеницы, ячменя и овса.

Овёс и ячмень являются наименее затратными и экономически выгодными культурами. Их выращивание позволит обеспечить кормами увеличивающееся поголовье скота и ослабить зависимость от импорта фуражных зерновых из соседней Монголии.

Работа выполнена по теме А-А-А21-121011990023-1.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Асалханов И.В. Сельское хозяйство Сибири конца XIX начала XX века. Новосибирск: Наука, 1975. 165 с.
2. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации. Поста-

новление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 // Гарант. URL: <http://www.garant.ru/400773886> (дата обращения: 13.03.2025).

3. Екимовская О.А. Агрогеографические подходы к исследованию хозяйств населения Республики Бурятия // Вестник Б.Г.У. Биология, география. 2017. № 4. С. 53–57.
 4. Екимовская О.А. Реализация сельскохозяйственной продукции хозяйствами населения Республики Бурятия: экономико-географические аспекты // География и природные ресурсы. 2018. № 4. С. 158–166.
 5. Екимовская О.А. Экономико-географические факторы развития товарных отношений в сельских домохозяйствах Республики Бурятия // Региональные исследования. 2017. № 2 (56). С. 76–84.
 6. Намжилова Л.Г. Эволюция аграрного природопользования в Забайкалье: монография / Л.Г. Намжилова, А.К. Тулохонов. Новосибирск: СО РАН, 2000. 200 с
 7. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. URL: <https://03.rosstat.gov.ru> (дата обращения: 20.03.2025).
 8. Ekimovskaya O.A., Beshentsev A.N. Economic geographical characteristics the development of economic entities owned by the population of the republic of Buryatia // *Geography and Natural Resources*. 2012. vol. 33, N 2. P. 149–157.
- REFERENCES:
1. Asalkhanov I.V. *Sel'skoe khozyaistvo Sibiri kontsa XIX nachala XX veka* (Agriculture of Siberia at the end of the 19th and beginning of the 20th centuries). Novosibirsk: Nauka Publ., 1975. 165 p. (In Russ.).
 2. State program for the effective involvement of agricultural land in circulation and the development of the reclamation complex of the Russian Federation. Decree of the Government of the Russian Federation No. 731 dated May 14, 2021. *Garant*. Available at: <http://www.garant.ru/400773886> (accessed: 13.03.2025). (In Russ.).
 3. Yekimovskaya O.A. Agrogeographic approaches to the study of households in the Republic of Buryatia. *Vestnik B.G.U. Biologiya, geografiya*, 2017, no. 4, pp. 53–57. (In Russ.).
 4. Yekimovskaya O.A. Sale of agricultural products by farms of the population of the Republic of Buryatia: economic and geographical aspects. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2018, no. 4, pp. 158–166. (In Russ.).
 5. Yekimovskaya O.A. Economic and geographical factors of development of commodity relations in rural households of the Republic of Buryatia. *Regional'nye issledovaniya*, 2017, no. 2 (56), pp. 76–84. (In Russ.).
 6. Namzhilova L.G. *Evolyutsiya agrarnogo prirodopol'zovaniya v Zabaikal'e: monografiya* (Evolution of agricultural nature management in Transbaikalia: monograph), L.G. Namzhilova, A.K. Tulokhonov. Novosibirsk: SB RAS, 2000. 200 p. (In Russ.).
 7. Agriculture, hunting and forestry. *Territorial'nyi organ Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Respublike Buryatiya*. Available at: <https://03.rosstat.gov.ru> (accessed: 20.03.2025). (In Russ.).
 8. Ekimovskaya O.A., Beshentsev A.N. Economic geographical characteristics the development of economic entities owned by the population of the republic of Buryatia. *Geography and Natural Resources*, 2012, vol. 33, no. 2, pp. 149–157.

ASSESSMENT OF THE ABANDONED ARABLE LAND TO AGRICULTURAL
USE RETURN EFFECTIVENESS (BY THE EXAMPLE OF THE SELENGA RIVER
MIDDLE COURSE, SOUTHWESTERN TRANSBAIKALIA)

O.A. Yekimovskaya

On the example of abandoned arable land in the middle course of the Selenga River, the author has made an assessment of their return effectiveness to agricultural circulation. The abandoned arable land re-development efficiency is defined by the income obtained when growing crops on them. The income received is compared with the cost of reforestation of abandoned arable land. At this stage of the study, we have calculated net operating or rental income (NPV) for each of the previously growing crops that could be re-cultivated in the study area.

Keywords: *post-agrarian landscapes, agricultural land use, re-development, efficiency, rental income, ecological state.*

Reference: Yekimovskaya O.A. Assessment of the abandoned arable land to agricultural use return effectiveness (by the example of the Selenga River middle course, southwestern Transbaikalia). *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 77–81. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-77-81.

Поступила в редакцию 02.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 631.48(571.54)

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА МОКСКОГО ГИДРОУЗЛА

О.А. Екимовская¹, В.Л. Убугунов², С.Г. Андреев³

¹Байкальский институт природопользования СО РАН,
ул. Сахьяновой 8, г. Улан-Удэ, 670031,

e-mail: oafe@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2534-3301>;

²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
ул. Сахьяновой 6, г. Улан-Удэ, 670031,

e-mail: ubugunov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7899-1906>;

³Байкальский институт природопользования СО РАН,
ул. Сахьяновой 8, г. Улан-Удэ, 670031,

e-mail: sergei@baikal-a.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6191-2306>

Проведены экспедиционные исследования природных комплексов зоны влияния Мокского гидроузла. Было заложено 6 опорных почвенных разрезов вдоль трансекты «Баргалино» (деревня Баргалино, Муйский район Республики Бурятия (РБ)), дано их морфологическое описание. Выполнено описание растительного покрова. Установлены особенности структурно-динамической организации растительных сообществ, проанализированы стадии восстановительной сукцессии на заброшенных сельскохозяйственных угодьях. Выявлено фитоценотическое разнообразие и особенности пространственно-временной организации растительных сообществ.

Ключевые слова: Мокский гидроузел, морфологическое описание почвенного профиля, фитоценотическое разнообразие, использование земель.

Образец цитирования: Екимовская О.А., Убугунов В.Л., Андреев С.Г. Особенности почвенно-растительного покрова района строительства Мокского гидроузла // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 82–86. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-82-86.

В связи с намечающимся строительством Мокского гидроузла на р. Витим актуальными являются исследования природных комплексов, попадающих в зону затопления Муйско-Куандинской котловины. Соглашение о строительстве Мокского гидроузла (Мокская ГЭС и контррегулятор Ивановская ГЭС) было подписано в сентябре 2024 г. на Восточном экономическом форуме в г. Владивостоке. Мокскую гидроэлектростанцию с контррегулятором Ивановской ГЭС предполагается построить на р. Витим в створе, находящемся в 15 км к юго-востоку от железнодорожной станции Таксимо Байкало-Амурской магистрали.

Район строительства Мокского гидроузла представляет собой сложный природный ком-

плекс. Он характеризуется высокой неотектонической и сейсмической активностью, сплошным и прерывистым распространением многолетне-мёрзлых пород, сложной гидрологической обстановкой. Преобладающий горный крутосклонный рельеф обуславливает широкое развитие различных склоновых процессов, на многих участках с интенсивной экзодинамикой.

Зона влияния Мокского гидроузла занимает значительную территорию в северо-восточной части РБ, северо-западной части Забайкальского края и частично северо-восточную часть Иркутской области. Зона влияния расположена в двух горных системах. На юге это Витимское плоскогорье, на севере – Становое нагорье. Центральная

часть зоны влияния пересекает Муйско-Куандинское понижение. Существенная меридиональная протяжённость зоны влияния и разнообразный рельеф с абсолютными отметками от 500 до 2000 м н.у.м. обусловили разнообразие природно-климатических условий и неоднородность почвенно-растительного покрова. Почвы района исследования характеризуются короткопрофильностью и мерзлотностью [1, 2]. Территория Витимского плоскогорья относится к области сплошной криолитозоны, мощность которой в котловинах достигает 120–130 метров. В Муйско-Куандинской котловине многолетняя мерзлота носит прерывистый характер. Почвы относятся к сезонномерзлотным [2, 5].

На основании проведенных экспедиционных исследований, анализа литературных источников [1, 3, 4] было выявлено 18 основных типов почв (табл. 1).

Морфологическое описание почв ключевых участков исследования, современное их использование, описание растительности приведены в табл. 2.

Выводы

Почвообразование в районе исследования происходит в своеобразных орографических и суровых экстроконтинентальных условиях, для которых при специфическом гидротермическом режиме характерно активное физическое и замедленное химическое выветривание, короткий период с биологически активными температурами и биологической активностью, а также длительный холодный период, вызывающий сильное охлаждение верхних горизонтов почв.

Особенностью почв является преобладание периодически промывного водного режима, небольшая мощность почвенного профиля, наличие торфянистой подстилки, обусловленной небольшим количеством тепла и слабым разложением органических остатков. Большинство из них имеют оглеенность нижней части профиля, тесно связанную с переувлажнением в условиях близкого залегания многолетней мерзлоты и являющуюся основным признаком луговости.

При строительстве Мокского гидроузла необходимо учесть сложные природные особенности

Таблица 1

Систематический список почв и непочвенных образований, находящихся в зоне влияния Мокского гидроузла

Table 1



Systematic list of soils and non-soil formations located in the Moksky hydroelectric complex area of influence

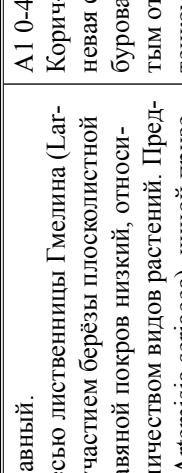
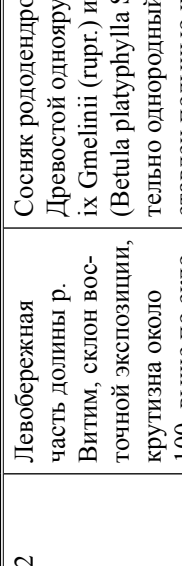
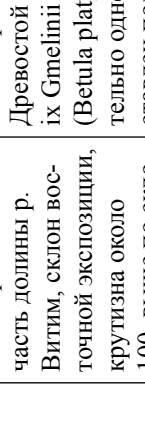
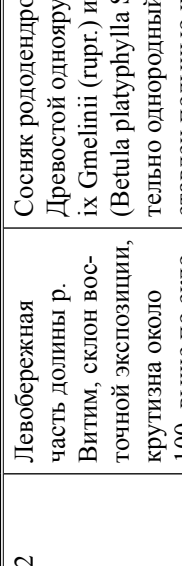
№ п/п	Типы почв и непочвенных образований
Горные территории (хребты Северо-Муйский и Южно-Муйский)	
1	Гольцово-пустошные
2	Гольцово-тундровые (органо-щебнистые примитивные)
3	Гольцово-луговые (почвы альпийских лугов)
4	Горные мерзлотные глетчаежные
5	Горные мерзлотно-таёжные
6	Горно-подзолистые
7	Горные мерзлотные лугово-лесные
Почвы межгорных понижений (Муйско-Куандинская котловина, долина р. Витим)	
8	Подбуры
9	Мерзлотно-таёжные
10	Подзолы
11	Подзолистые
12	Мерзлотные торфянисто-перегнойно-глеевые, перегнойно-глеевые и торфянисто-глеевые
13	Дерново-лесные
14	Боровые пески
15	Горно-каштановые
16	Каштановые
17	Лугово-каштановые. Аллювиальные луговые, лугово-болотные, слаборазвитые

Почвы и растительность ключевых участков, заложенных вдоль трансекты «Баргалино» (деревня Баргалино, Муйский район, РБ)

Table 2 (fragment)

Soil and vegetation on key sites laid along the Bargalino transect (village of Bargalino, Muisky district, RB)

№ участка	Местоположение, использование	Растительность	Горизонт	Почва	Формула строения почвенного профиля
1	<p>Левобережная часть долины р. Витим, склон восточной экспозиции, крутизна около 350.</p> <p>Географические координаты 5603'0"23" Абсолютная высота над уровнем моря 478 м.</p>	<p>Кистевидно-мягликовое (Роа вопугоидес) разнотравье с проективным покрытием 30-40%.</p> <p>Мяглик луговой (Роа pratensis L.), лапчатка (Potentilla), полынь монгольская (Artemisia mongolica).</p> 	<p>A1 0-15 (20) мелкокомковатая супесь.</p>	<p>Каштановая.</p> <p>Слегка уплотнённая в верхней части и уплотнённая в нижней. Встречаются корни, отверстия ходов муравьёв. Среди новообразований – полоска мощностью 1–2 см в нижней части горизонта, рыхловатой окраски.</p> 	<p>A1(0-15(20))-AB(15(20))-53(60)-B1(53(60)-100)-B2(100-112)-C(112-165)</p>

№ участка	Местоположение, использование	Растительность	Горизонт	Почва	Формула строения почвенного профиля
2	<p>Левобережная часть долины р. Витим, склон восточной экспозиции, крутизна около 100, выше по склону от разреза № 1. Географические координаты 56030' 26,4"с.ш., 115038'51,2".</p>	<p>Сосняк рододендрово-разнотравный. Древостой одноярусный с примесью листовенницы Гмелина (<i>Larix Gmelinii</i> (тург.) и единичным участком берёзы плосколистной (<i>Betula platyphylla Sukaczew</i>). Травяной покров низкий, относительно однородный, с малым количеством видов растений. Представлен полностью шелковистой (<i>Artemisia segisea</i>), чинной приземистой (<i>Lathyrus humilis</i>), майником двулиственным (<i>Maianthemum bifolium</i>), брусничкой (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>).</p> 	<p>A1 0-40 Коричневая с буроватым оттенком, мелкокомковатая супесь.</p>	<p>Боровой песок. Слегка увлажнённая, уплотнённая. Встречаются корни, пятна пирогенного происхождения.</p> 	<p>A1(0-40)-AB(40-65(70))—B(65(70))-(70(80))-C(70(85)-110))</p>
3	<p>Пойма левого берега р. Витим на пересохшем вале перекопанной старицы. Координаты 56030' 09" Пастбище</p>	<p>Елово-кустарниковая урема, сформированная на прирусловых валах. Представлена березой пушистой, елью обыкновенной, ивовой сизой (<i>Salix glauca</i>), ивовой коротконожкой (<i>Salix brachyuroda</i>), березой карликовой (<i>Betula nana ssp.</i>).</p> 	<p>A1 (0-5) Светловато-серый, мелкокомковатый, уплотнённый, увлажнённый лёгкий суглинок.</p>	<p>Аллювиально-луговая. Встречаются корни, новообразований нет.</p> 	<p>A1(0-5)-AB(5-17)-[A]пир(17-25)-B2(25-35)-B3(35-50)</p>

района. Особое внимание должно быть обращено на высокую сейсмичность района. Следует учесть изменение мерзлотных условий, поскольку при воздействии антропогенных факторов активизируется деградация мерзлотных толщ, меняется динамика сезонного промерзания и протаивания грунта, видоизменяются мерзлотные процессы и явления.

Работа выполнена в рамках бюджетных научных исследований учреждений БИП СО РАН, ИОуЭБ СО РАН (ААА-А21-121011990023-1, FWSM-2021-0004.№1210)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вторушин В.А. Криоморфные почвы: перспективы их эффективного использования / В.А. Вторушин, Н.Н. Пигарева. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1996. 295 с.
2. Вторушин В.А. Подзолы Северного Забайкалья // Почвенные ресурсы Забайкалья: сборник научных трудов. Новосибирск: Наука, 1979. С. 23–41.
3. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1988. 243 с.
4. Ногина Н.А. Почвы Забайкалья. М.: Наука, 1964. 313 с.
5. Пигарева Н.Н. Агрохимия почв криолитозоны / Н.Н. Пигарева, В.М. Корсунов. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2004. 203 с.

REFERENCES:

1. Vtorushin V.A. *Kriomorfnye pochvy: perspektivy ikh effektivnogo ispol'zovaniya* (Cryomorphic soils: prospects for their effective use), V.A. Vtorushin, N.N. Pigareva. Ulan-Ude: BSC SB RAS, 1996. 295 p. (In Russ.).
2. Vtorushin V.A. Podzolozems of the Northern Transbaikalia, in *Pochvennye resursy Zabaikal'ya: sbornik nauchnykh trudov* (Soil resources of Transbaikalia: A collection of scientific papers). Novosibirsk: Nauka Publ., 1979. pp. 23–41. (In Russ.).
3. Kuzmin V.A. *Pochvy Predbaikal'ya i Severnogo Zabaikal'ya* (Soils of Pre-Baikal and Northern Transbaikalia). Novosibirsk: Nauka Publ., 1988. 243 p. (In Russ.).
4. Nogina N.A. *Pochvy Zabaikal'ya* (Soils of Transbaikalia). Moscow: Nauka Publ., 1964. 313 p. (In Russ.).
5. Pigareva N.N. *Agrokhimiya pochv kriolitozony* (Agrochemistry of cryolithozone soils), N.N. Pigareva, V.M. Korsunov. Ulan-Ude: BSC SB RAS, 2004. 203 p. (In Russ.).

FEATURES OF THE SOIL AND VEGETATION COVER IN THE CONSTRUCTION AREA OF THE MOKSKY HYDROELECTRIC COMPLEX

O.A. Ekimovskaya, V.L. Ubugunov, S.G. Andreev

The authors have carried out expeditionary studies of natural complexes at the Moksky hydroelectric complex influence zone. It was laid 6 supporting soil sections along the Bargalino transect – the village of Bargalino, Muisky district, Republic of Buryatia (RB). The soil sections morphological description and that of the vegetation cover has been given by the authors. It is defined the features of plant communities structural and dynamic organization and analyzed the stages of regenerative succession on the abandoned agricultural lands. Phytocenotic diversity and features of the plant communities spatial and temporal organization have been revealed.

Keywords: Hydroelectric complex of Moksky, morphological description of soil profile, phytocenotic diversity, land use.

Reference: Ekimovskaya O.A., Ubugunov V.L., Andreev S.G. Features of the soil and vegetation cover in the construction area of the Moksky hydroelectric complex. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 82–86. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-82-86.

Поступила в редакцию 05.05.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 581.524.346(571.621)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВИДОВОГО СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЗАЛЕЖАХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «НАДЕЖДИНСКАЯ» (ЕВРЕЙСКАЯ АВТОНОМНАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.Е. Аверин, В.А. Зубарев

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: danila.averin.2000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2602-7992>;
e-mail: zubarev_1986@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6245-5401>

Данная работа содержит в себе результаты анализа динамики видового состава растительности на залежных землях мелиоративной системы «Надеждинская» Еврейской автономной области. Было определено, что на угодьях, выведенных из сельскохозяйственного оборота более 5 лет назад, образуется травянистый покров, относящийся к полынно-злаково-разнотравной ассоциации. На таких участках преобладают многолетние и однолетние сорно-рудеральные растения. По мере увеличения возраста залежи происходит снижение доли сорно-рудеральной растительности и зарастание древесно-кустарниковыми видами, среди которых пионерными являются виды семейства Salicaceae. На молодых и средневозрастных залежах они произрастают разрозненно, на более старых залежах образуют отдельные группировки. Максимальное видовое богатство отмечается на средневозрастной залежи (15 лет) – 35 видов, минимальное – 10-летней залежи – 13 видов. Семейство Asteraceae доминирует в видовом составе залежных участков, но с увеличением возраста залежи значительно возрастает доля и других семейств – Fabaceae, Poaceae и Rosaceae. Кроме этого, проведенный геоботанический анализ позволил выявить стадии зарастания залежей: бурьянистая – корневищная – древесно-кустарниковая.

Ключевые слова: Еврейская автономная область, осушительная система, залежь, растительность, сукцессии.

Образец цитирования: Аверин Д.Е., Зубарев В.А. Исследование динамики видового состава растительности на залежах разного возраста осушительной системы «Надеждинская» (Еврейская автономная область) // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 87–91. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-87-91.

Введение

Значимым изменением в структуре землепользования во многих странах мира является выведение земель из сельскохозяйственного оборота и их переход в залежное состояние. Эта проблема коснулась и территории России: по одним оценкам, в течение XX века около 70 млн га сельскохозяйственных земель были выведены из оборота, большая часть из них в результате социально-экономического кризиса 1980-х – 1990-х гг. [8].

Согласно данным Росреестра, на 1 января 2024 г. площадь земель сельскохозяйственных угодий составила 200 335,3 тыс. га. Из них на

пашни приходится 118 605,4 тыс. га (31,63% от площади сельскохозяйственных угодий), пастбища – 57 571,6 тыс. га (15,35%), сенокосы – 18 818,6 тыс. га (5,02%), залежи – 4398,3 тыс. га (1,17%), многолетние насаждения – 1271,4 тыс. га (0,34%). При этом на территории Дальневосточного федерального округа площадь сельскохозяйственных угодий составляет 18 583 тыс. га, из которых на пастбища приходится 8633,4 тыс. га (0,46%), сенокосы – 4356 тыс. га (0,23%), пашни – 4092,5 тыс. га (0,22%), залежи – 1414,5 тыс. га (0,08%), многолетние насаждения – 86,4 тыс. га (0,004%) [3].

На территорию Еврейской автономной области (ЕАО) приходится 2,1% сельхозугодий ДФО. Площадь залежных земель в регионе составляет 22,7% [2]. На данный момент в области отмечаются деградация почвенного покрова, потеря признаков окультуривания и зарастание сорной и иной растительностью, а на многолетних залежах формируется лесной покров [5, 6].

Для заброшенных земель ЕАО нет информации о сукцессионных процессах. В этой связи систематический мониторинг изменений растительного покрова на таких участках региона поможет создать базу как теоретических, так и практических данных о стадиях сукцессии и их динамике, экологических условиях, разнообразии растительных видов, а также разработать оптимальный план природопользования на заброшенных сельскохозяйственных территориях и найти пути для их потенциального восстановления.

Целью данной работы является исследование и оценка динамики изменения растительности на залежах осушительной системы «Надеждинская» на территории ЕАО. Для достижения поставленной цели необходимо провести геоботаническое описание участков разновозрастных залежей на территории осушительной системы «Надеждинская» и установить характеристики и закономерности смены растительных сообществ, формирующихся на рассматриваемых угодьях.

Материалы и методы

Работы проводились на территории ЕАО в Биробиджанском районе на залежах разного возраста осушительной системы «Надеждинская» в начале сентября 2024 г. Полевой выезд производился в период после выпадения осадков. Это необходимо для оценки состояния мелиоративных каналов, их водоотводной способности.

Сложные природно-климатические условия области, выражающиеся в избыточном увлажнении, изменении окислительно-восстановительных условий, определяют процессы формирования почв и их отличительные характеристики. Согласно почвенной карте [7], для территории осушительной системы характерны луговые глеевые (*Haplic Gleysols*), сформированные под разнотравно-осоково-вейниковыми кочковатыми лугами. При освоении этих почв требуется длительное осушение и окультуривание пахотного горизонта.

В качестве точки сравнения (не в качестве контроля) был исследован участок леса рядом с осушительной системой как стабильное сообщество с естественной растительностью. Почвы под лесным массивом относятся к бурым лесным

(*Endogleyic Cambisols*), сформированным под дубовыми и смешанными широколиственными лесами на приподнятых участках рельефа. Также проведено описание луговой растительности в пониженной части рельефа и поля, засеянного соей. Для описания растительности на полигонах применялись стандартные геоботанические методы с помощью закладки пробных площадей [4–6, 9]. Для описания травянистой (луговой) растительности закладывались пробные площади размером 10*10 м (5 участков по 1 м² – четыре по краям и одна в центре) и лесной – 20*20 м (5 участков по 2 м² аналогичным способом). Помимо указания видового состава отмечались высота, диаметр, состояние деревьев и кустарников, обилие по шкале О. Друде [1].

Результаты и обсуждения

После прекращения использования сельскохозяйственных земель ключевую роль в постагрогенном изменении почв играют растительные сукцессии, сопровождающиеся сменой видового состава.

В ходе геоботанического описания пашни выявлено, что спектр жизненных форм растений представлен исключительно травянистыми видами (9 видов). Растительный покров включает разнотравно-злаковую ассоциацию с доминированием сои культурной (обилие – 90%). Среди жизненных форм преобладают многолетние виды трав, такие как щавель курчавый, тростник гигантский, мышиный горошек, полынь побегоносная и полынь обыкновенная, девясил британский, бодяк Маака. На долю однолетних приходится 35% – соя культурная и эльсгольция реснитчатая. Обнаружен адвентивный вид – щавель курчавый.

Растительность на целинном лугу, находящемся за границами системы, представляет собой осоково-вейниковую ассоциацию. На участке описано 26 видов, относящихся к 18 семействам. Доминирующими видами являются вейник наземный (обилие – 50%) и осока (30%). Немногочисленно произрастают белозор болотный, пушица многоколосковая, кровохлёбка мелкоцветковая, горчавка шероховатая и др. В единичном экземпляре обнаружен лук мешочконосный. Среди таксонов семейств на лугу доминируют Сложноцветные и Злаковые, на которые в целом приходится 45% видового состава. Большинство описанных травянистых растений являются многолетними. К травянистым однолетникам относится сорный вид эльсгольция реснитчатая. Проективное покрытие ассоциации составляет 90%. Отмечены подросты ивы козьей и ивы Пьеро, дуба монголь-

ского (многочисленные всходы 0,2–0,3 м) и берёзы кустарниковой.

На молодых залежах, вышедших из оборота 5 лет назад, было выявлено 18 видов. В совокупности они представляют собой полынно-злаково-разнотравную ассоциацию. В большом количестве на залежи представлены сорно-рудеральные однолетние (эльсгольция реснитчатая, череда лучевая) и многолетние травянистые растения (гравилат алеппский, лапчатка индийская, мятлик луговой, полынь Арги, полынь обыкновенная и полынь побегоносная). В числе доминантов выступали полынь обыкновенная, полынь шиловидная и вейник наземный. Общее проективное покрытие травостоя – 85%. Среди деревьев были отмечены подросты осины высотой до 0,6 м.

Растительный покров 10-летней залежи относится к полынно-злаково-разнотравной ассоциации. Всего на 10-летней залежи описано 13 видов травянистых растений. В видовой структуре залежи доминирует адвентивный вид полынь обыкновенная, а также представитель семейства Злаковые – вейник Лангсдорфа. Среди жизненных форм преобладают многолетние травы (9 видов).

На 15-летней залежи описана злаково-разнотравная ассоциация. Всего обнаружено 35 видов растений. Отмечено снижение доли участия некоторых сорных видов – полыни обыкновенной, гравилата алеппского, лапчатки индийской, подорожника большого, эльсгольции реснитчатой и др. Проективное покрытие на участке составляет 80%. Среди жизненных форм доминируют травянистые многолетники (25 видов). Далее в порядке убывания расположены однолетние травы, деревья и кустарники. Среди древесных форм увеличивается количество представителей рода ивы и берёзы, высота которых достигает 1–2 м. Также встречается подрост осины.

Заметное разреживание травянистого покрова древесными видами происходит на 20-летней залежи. Здесь сформировалась разнотравная ассоциация с включением представителей семейства Ивовые. На анализируемой залежи описано 27 видов растений, представленных однолетниками, двулетниками и многолетними травами, а также древесными формами. Анализ семейственного спектра позволил отметить снижение участия растений семейства Сложноцветные, проективное покрытие которого составляет всего 10%. С другой стороны, растет количество видов из семейств Розоцветные и Бобовые. Среди описанных видов наибольшее распространение получил тростник обыкновенный. Видовой состав деревьев пред-

ставлен ивой козьей, ивой Миябе, ивой Пьеро, ивой Шверина и осинной.

В видовом составе залежи, не используемой в обороте более 20 лет, описано 32 вида растений. Участок обретает черты естественных ненарушенных угодий, но не в полной мере. Отдельные экземпляры деревьев на участках достигают высоты до 11 метров. Происходит возобновление видов рода ивы, которые произрастают не повсеместно на территории залежи, а формируют отдельные группы. Присутствует многочисленный подрост осины (до 2 м) и берёзы плосколистной (до 1,2 м). Отмечается низкая доля сорных видов, например, проективное покрытие представителей рода полынь не превышает 5%. Доминирующими видами (проективное покрытие 70%) являются тростник обыкновенный и вейник наземный. В семейственном спектре отмечено увеличение доли Злаковых (20%), но Сложноцветные по-прежнему занимают лидирующие позиции (25%). Общее проективное покрытие травянистых видов составляет 70%.

Естественная растительность в дубняке с примесью берёзы плосколистной, находящемся за границами системы, насчитывает 30 видов. Древесный ярус представлен 4 видами: дубом монгольским, берёзой плосколистной, берёзой даурской и осинной. Произрастает один вид кустарника: леспедеца двуцветная (проективное покрытие 50%). Формула древостоя: 7Дм2Бп1Бд+Тд. Средняя высота деревьев – 21 м, общая сомкнутость крон – 80%. В травянистом ярусе доминируют семейства Сложноцветные и Розоцветные. Присутствовали признаки пирогенного фактора, проявляющиеся в виде обгоревшей коры деревьев. Роль сорно-рудеральных видов здесь незначительна. Как правило, они произрастают разрозненно и встречаются у обочин дорог.

На основании полученных результатов в ходе исследования залежных земель мелиоративной системы «Надеждинская» определено, что после выведения из сельскохозяйственного оборота происходит их трансформация, выражающаяся в постепенном зарастании растительностью. С увеличением возраста залежи меняются растительные ассоциации, видовое богатство и спектр жизненных форм. Для молодых залежей характерна полынно-злаково-разнотравная ассоциация, на возрастных залежах происходит постепенное разреживание травянистого покрова древесными растениями, что приводит к снижению доли сорно-рудеральной растительности. В связи с этим залежь, вышедшая из сельскохозяйственного оборота более 20 лет назад, несет черты естественных

сообществ, но не в полной мере. В целом процессы восстановления растительности происходят следующим путем: бурьянистая растительность – корневищная – древесно-кустарниковая.

Систематизация знаний о состоянии залежных земель ЕАО позволит спрогнозировать процессы, происходящие в ходе трансформации земель, вызванных сукцессиями. На основании полученных сведений видится актуальным создание планов по оптимизации природопользования в автономии и возобновлении сельскохозяйственного оборота на залежных землях. Данная работа содержит информацию для проведения мониторинга за процессами трансформации, выражающимися в зарастании растительностью залежных земель мелиоративных систем ЕАО.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Беляева Н.В., Григорьева О.И., Гуталь М.М. Обилие и константность как показатель участия вида в сложении растительной ассоциации // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2009. № 22. С. 68–75.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 году. М.: Росинформгротех, 2023. 372 с.
3. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2023 году. М.: Росреестр, 2024. 181 с.
4. Дубровский Н.Г., Намзалов В.Ц.Б., Ооржак А.В., Куулар М.М.О. Флористико-геоботанические и биоэкологические исследования залежной растительности Тувы // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2018. № 1. С. 27–43. DOI: 10.18101/2587-7143-2018-1-27-43.
5. Зубарев В.А., Аношкин А.В., Аверин Д.Е. Экологическая оценка состояния залежных осушенных луговых дерново-глеевых и бурых горно-лесных почв с целью вовлечения их в новый сельскохозяйственный оборот (на примере Еврейской автономной области) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334, № 12. С. 152–160. DOI: 10.18799/24131830/2023/12/4169.
6. Зубарев В.А. Изменение некоторых агрофизических свойств залежных осушенных бурых горно-лесных почв в Еврейской автономной области // Вестник ДВО РАН. 2023. № 2 (228). С. 100–109. DOI: 10.37102/0869-7698_2023_228_02_8.

7. Матюшкина Л.А., Калманова В.Б. Глава 6. Почвы // География Еврейской автономной области: общий обзор / отв. ред. Е.Я. Фрисман. Бирибиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. С. 81–97. EDN: LUNSWO.
8. Нечаева Т.В. Залежные земли России: распространение, агроэкологическое состояние и перспективы использования (обзор) // Почвы и окружающая среда. 2023. Т. 6, № 2. С. 1–32. DOI: 10.31251/пос.v6i2.215.
9. Румянцев Д.Е. Основы геоботаники: учебно-метод. пособие / Д.Е. Румянцев, В.А. Липаткин, А.Б. Загреева. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. 68 с.

REFERENCES:

1. Belyaeva N.V., Grigorieva O.I., Gutal M.M. Abundance and constancy as indicators of species participation in the formation of a plant. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2009, no. 22, pp. 68–75. (In Russ.).
2. *Gosudarstvennyi (natsional'nyi) доклад o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiiskoi Federatsii v 2022 godu* (The State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2022). Moscow: Rosinformagrotekh Publ., 2023. 372 p. (In Russ.).
3. *Gosudarstvennyi (natsional'nyi) доклад o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Rossiiskoi Federatsii v 2023 godu* (The State (national) report on the state and use of land in the Russian Federation in 2023). Moscow: Rosreestr Publ., 2024. 181 p. (In Russ.).
4. Dubrovsky N.G., Namzalov B.B., Oorzhak A.V., Kuular M.M. Floristic Geobotanical and Bioecological Research on Tuva's Fallow Vegetation. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya*, 2018, no. 1, pp. 27–43. (In Russ.). DOI: 10.18101/2587-7143-2018-1-27-43.
5. Zubarev V.A., Anoshkin A.V., Averin D.E. Environmental Assessment of the State of Fallow Drained Meadow-Soddy-Gley and Brown Mountain-Forest Soils to Involve them Into a New Agricultural Turnover (on the Example of the Jewish Autonomous Region). *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2023, vol. 334, no. 12, pp. 152–160. (In Russ.). DOI: 10.18799/24131830/2023/12/4169.
6. Zubarev V.A. Changes in Some Agrophysical Properties of Fallow Drained Brown Mountain Forest Soils in the Jewish Autonomous Region. *Vestnik DVO RAN*, 2023, no. 2 (228),

- pp. 100–109. (In Russ.). DOI: 10.37102/0869-7698_2023_228_02_8.
7. Matyushkina L.A., Kalmanova V.B. Chapter 6. Soils, in *Geografiya Evreiskoi avtonomnoi oblasti: obshchii obzor* (A Geography of Jewish Autonomous Region: overview). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018. pp. 81–97. (In Russ.). EDN: LUNSWO.
 8. Nechaeva T.V. Abandoned lands in Russia: distribution, agroecological status and perspective use (a review). *Pochvy i okruzhayushchaya sreda*, 2023, vol. 6, no. 2, pp. 1–32. (In Russ.). DOI: 10.31251/poc.v6i2.215.
 9. Rumyantsev D.E. *Osnovy geobotaniki: uchebno-metodicheskoe posobie* (Fundamentals of geobotany: an educational and methodological guide), D.E. Rumyantsev, V.A. Lipatkin, A.B. Zagreeva. Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2023. 68 p. (In Russ.).

RESEARCH OF THE VEGETATION SPECIES COMPOSITION DYNAMICS IN THE NADEZHDINSKAYA DRAINAGE SYSTEM (JEWISH AUTONOMOUS REGION) DIFFERENT AGE FALLOWS

D.E. Averin, V.A. Zubarev

This paper contains research results for the vegetation composition dynamics on fallow lands of the Nadezhdinskaya land reclamation system in the Jewish Autonomous region. It was determined that on lands that were withdrawn from agricultural circulation more than 5 years ago, a grassy cover is formed, belonging to the wormwood-grain-mixed-grass association. In such areas, perennial and annual weedy-ruderal plants predominate. As the fallow age increases, the proportion of weedy-ruderal vegetation decreases and overgrowth occurs with woody and shrub species, among which the Salicaceae family species are represented as pioneer ones. They grow separately in young and middle-aged fallows, and form separate groupings in older fallows. The maximum species richness is observed in the middle-aged deposit (15 years) – 35 species, the minimum – in the 10-year deposit – 13 species. The Asteraceae family dominates in the fallow areas species composition, but with an increase in the age of the deposit the proportion of other families – Fabaceae, Poaceae and Rosaceae – is also significantly increasing. In addition, the geobotanical analysis revealed the fallow lands stages of overgrowth: weedy – rhizomatous – woody-shrubby.

Keywords: Jewish autonomous region, drainage system, fallow, vegetation, successions.

Reference: Averin D.E., Zubarev V.A. Research of the vegetation species composition dynamics in the Nadezhdinskaya drainage system (Jewish Autonomous region) different age fallows. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 87–91. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-87-91.

Поступила в редакцию 05.05.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 631.431.7:502.4(571.621)

УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОПАХ ЗАПОВЕДНИКА «БАСТАК»

А.М. Александрова

Государственный природный заповедник «Бастак»,
ул. Шолом-Алейхема 69а, г. Биробиджан, 679014,

e-mail: alexandrova0796@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2449-7424>

Проведены измерения плотности верхних почвенных горизонтов на экологических тропах «Учебная» и «Тигриная» заповедника «Бастак». В ходе исследования дана оценка состояния верхних почвенных горизонтов, отмечены благоприятные условия для роста растений. Выявлена зависимость состояния почвенного покрова на экологических тропах заповедника «Бастак» от рекреационного воздействия на них. Предложены меры по минимизации рекреационного воздействия на экологические тропы заповедника «Бастак».

Ключевые слова: заповедник «Бастак», экологические тропы, рекреационное воздействие, почвы, плотность почв.

Образец цитирования: Александрова А.М. Уплотнение почв на экологических тропах заповедника «Бастак» // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 92–96. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-92-96.

Рекреационное воздействие на природную среду представляет собой ее трансформацию, вызванную определенными формами использования территории (туристические тропы и стоянки, костровища и др.), одним из проявлений которых является вытаптывание и уплотнение почвенного покрова – механическое воздействие на почвенно-растительный покров и почвенную фауну, провоцирующее дальнейшее возможное развитие процессов, препятствующих естественному восстановлению почвенного покрова [1, 4].

Длительный процесс вытаптывания вызывает не только исчезновение травянистого покрова, но и уменьшение плодородного слоя почв, изменение структуры почвенного профиля и уплотнение его верхних корнеобитаемых почвенных горизонтов, а также снижение влагоемкости и водопроницаемости почв, которые определяют экологическое состояние почвенного покрова.

В условиях особо охраняемых природных территорий (ООПТ) выделяют два типа рекреационного воздействия, характеризующихся различными показателями интенсивности и

пространственной структуры: линейные – распространённые вдоль дорожно-тропиночной сети и площадные – локализованные у смотровых площадок и мест длительных стоянок. Наиболее распространённый тип рекреационного воздействия в условиях ООПТ – линейный, когда посетители перемещаются по экологическим тропам. На начальном этапе она представляет собой узкую уплотнённую полосу, окружённую природным комплексом без видимых нарушений, однако по мере роста количества посетителей происходит ряд изменений. Рост количества посетителей способствует уплотнению верхнего горизонта почвы, снижению ее порозности, влагопроницаемости и влагоемкости, а также ведет к разрушению подстилочного горизонта. Площадное рекреационное воздействие несколько отличается от линейного, и по мере удаления от ядра воздействия (костровище, пикниковая зона, смотровая площадка) выделяют зоны с различной степенью трансформации, которые выражены отсутствием растительного покрова, исчезновением или деградацией подстилки [3, 4].

Государственный природный заповедник «Бастак» является единственной ООПТ федерального значения на территории Еврейской автономной области (ЕАО) и состоит из двух кластерных участков – «Центральный» (севернее г. Биробиджана) и «Забеловский» (южнее п. Смидович) общей площадью 128055 га (рис. 1).

На территории кластерного участка «Центральный» экскурсионная деятельность постоянно ведется на двух экологических тропах, расположенных на 25 км (экологическая тропа «Учебная») и 33 км (экологическая тропа «Тигриная») автомобильной дороги с учетным номером 99К-11, соединяющей областной центр г. Биробиджан с населенными пунктами Хабаровского края (с. Догордон, с. Кукан и др.) [2].

Тропа «Учебная» протяженностью 1,5 км действует более 20 лет и знакомит посетителей с биологическим разнообразием заповедника «Бастак» и природными комплексами долинных кедрово-широколиственных и кедрово-дубовых лесов.

Тропа «Тигриная» протяженностью 2 км открыта для посещения весной 2023 г. На данном маршруте представлен природный комплекс кедрово-широколиственных лесов и дубняков, которые являются местом обитания амурских тигров в заповеднике «Бастак».

На всем маршруте следования двух экологических троп установлены информационные стенды и таблички, обустроены остановочные площадки, однако маршрут следования посетителей оборудован специальным настилом лишь на протяжении 330 м на тропе «Учебная» и 500 м на тропе «Тигриная», ввиду чего остальная часть следования по маршруту подвержена активному рекреационному воздействию.

Анализ состояния почвенного покрова и его сравнение с фоновым показателем на территории экологических троп «Учебная» и «Тигриная» проведено в 2022 и 2024 гг. [1, 2]. На начальном этапе исследования выявлены участки, наиболее подверженные рекреационному воздействию, и проведено измерение плотности верхних почвен-

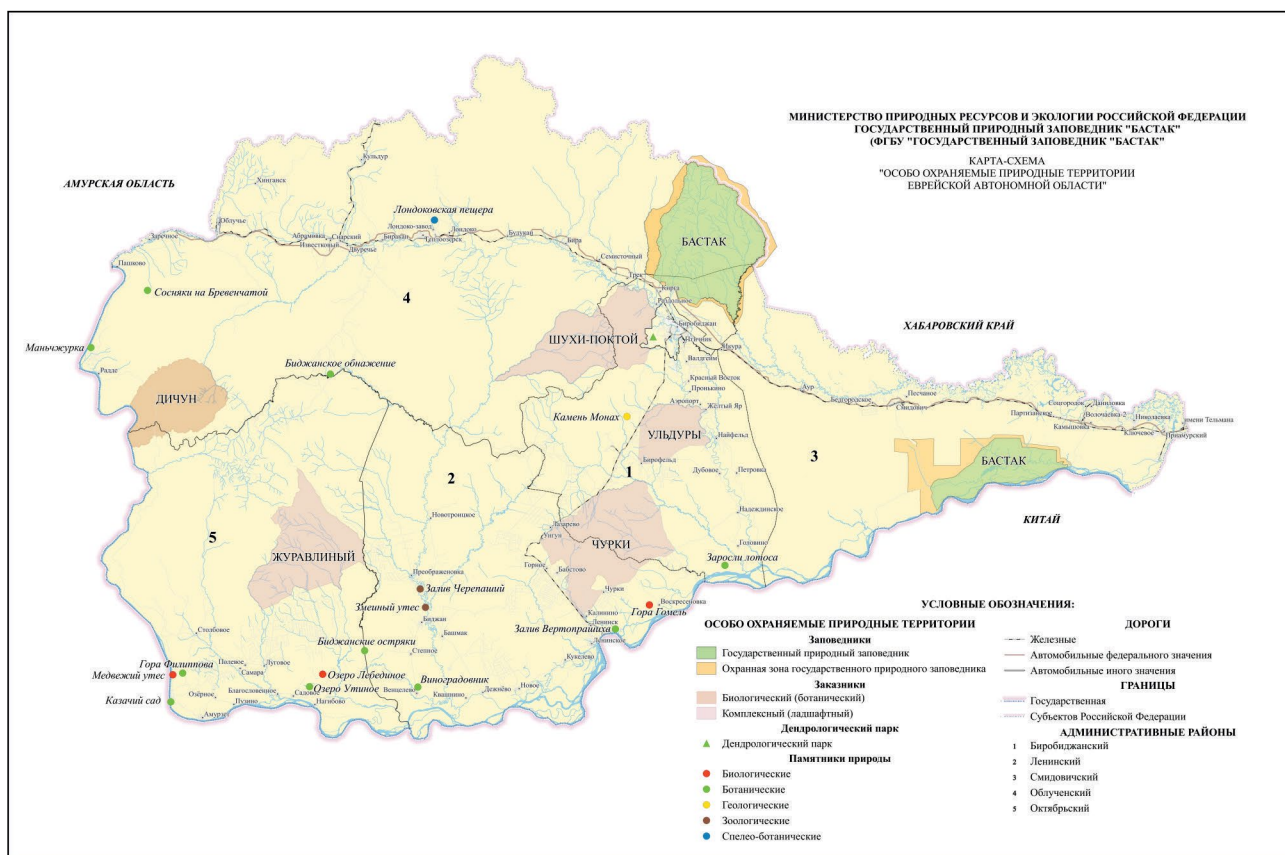


Рис. 1. Заповедник «Бастак» в системе ООПТ Еврейской автономной области

Fig. 1. Bastak Nature Reserve as referred to the system of specially protected natural territories in the Jewish Autonomous region

ных горизонтов как на полотне тропы, так и на удалении 2 м и 4 м от него, а также в местах остановок посетителей у информационных стендов и табличек, остановочных площадок. Измерение плотности верхних почвенных горизонтов выполнено с помощью плотномера Wile Soil с двумя наконечниками: диаметром 1,27 см (Small tip) для твердого грунта (глина, каменные породы) и диаметром 1,91 см (Large tip) для мягкого (пески). Прибор имеет цветную шкалу в соответствии с разной плотностью грунта (рис. 2).

Зона зеленого цвета в диапазоне значений прибора соответствует плотности 0–14 кг/см², что соответствует благоприятным условиям прорастания растительности; зона желтого цвета эквивалентна плотности 15–21 кг/см² (приемлемые условия произрастания растительности); зона красного цвета соответствует плотности от 22 кг/см² и выше и представляет очень неблагоприятные условия прорастания растительности.

Оценка состояния почвенного покрова на экологических тропах базируется на сравнении состояния нарушенных участков с аналогичными ненарушенными. По результатам проведенных исследований установлено, что плотность почв на экологической тропе «Учебная» не превышает показатель 21 кг/см², что соответствует благоприятным условиям произрастания растительности и

хорошего состояния корнеобитаемого слоя почв. Однако, на полотне тропы «Учебная» значение плотности почв выше, чем на участках вне указанной зоны, – при удалении на 2 м и 4 м в сторону от тропы плотность верхних горизонтов почв постепенно снижается, что отражает рекреационное воздействие на полотно экологической тропы [3].

Окончание маршрута экологической тропы «Учебная» проходит через карьер, где до создания заповедника «Бастак» производилась добыча материала для строительства автомобильной дороги. В настоящее время участок представлен скальной породой с преимущественно мохово-лишайниковой растительностью, а показатель значения плотномера равен 22 кг/см², что представляет неблагоприятные условия произрастания растительности и ее стремительного вытаптывания вследствие активной рекреационной деятельности. На удалении 2 м и 4 м от полотна тропы плотность значительно ниже и не превышает 17 кг/см², что соответствует приемлемым условиям произрастания растительности (рис. 3).

Результаты мониторинга на экологической тропе «Тигриная» показали, что плотность почв варьирует от 3 до 8 кг/см², что соответствует отличным условиям прорастания растительности и благоприятному экологическому состоянию верхнего горизонта почв, который, вероятнее все-



*Рис. 2. Шкала плотности
грунта плотномера Wile Soil*

Fig. 2. Wile Soil density scale



Рис. 3. Нарушенный участок в рекреационной зоне тропы «Учебная»

Fig. 3. Disturbed area in the Uchebnaya trail recreational zone

го, обусловлен малым сроком функционирования экологической тропы.

Таким образом, в ходе исследования выявлена зависимость уплотнения верхних почвенных горизонтов на экологических тропах от длительности рекреационного воздействия на них, ввиду чего необходимо продолжить комплексный экологический мониторинг состояния почвенного покрова и растительности как на маршруте следования экскурсантов, так и на фоновых участках, выбранных в качестве эталонных, для оценки экологического состояния природных комплексов, выявления нарушений и принятия мер по минимизации ущерба от туристской деятельности.

В качестве дополнительных мер минимизации рекреационного воздействия на почвенный покров следует оборудовать маршруты настилами, а также соблюдать установленное количество посетителей в соответствии с расчетами предельно допустимой рекреационной емкости маршрута на экологических тропах заповедника «Бастак».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Александрова А.М., Крохалева С.И. Изучение состояния почвенного покрова на учебной экологической тропе заповедника «Бастак» // V Международный научно-образовательный форум «Хэйлунцзян – Приамурье»: сборник материалов Международной научной конференции. Биробиджан: ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2023. С. 69–74. EDN: IJUZHL.
2. Александрова А.М. Состояние почвенного покрова на учебной экологической тропе в заповеднике «Бастак» // Актуальные проблемы особо охраняемых природных территорий – 5: труды Всероссийской научной конференции. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2023. С. 9–12. DOI: 10.24412/cl-34866-2023-2.
3. Большаков В.Н., Гилев А.В., Головатин М.Г., Кузнецова И.А., Пустовалова Л.А., Степанов Л.Н. Рекреационное воздействие на особо охраняемые природные территории различных категорий // Биосфера. 2023. Т. 15, № 2. С. 91–106. DOI: 10.24855/biosfera.v15i2.800.

4. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. кол. О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина и др.; отв. ред. А.Б. Ручин. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. 353 с.

REFERENCES:

1. Alexandrova A.M., Krokhalova S.I. Studying the State of The Soil Cover on the Educational Ecological Trail of the Bastak Nature Reserve, in *V Mezhdunarodnyi nauchno-obrazovatel'nyi forum «Kheiluntszyan – Priamur'e»: sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (V International Scientific and Educational Forum “Heilongjiang – Amur Region”): collection of materials of the International Scientific Conference*. Birobidzhan: PSU named after Sholom Aleichem, 2023, pp. 69–74. (In Russ.). EDN: IJUZHL.
2. Alexandrova A.M. The state of the soil cover on the educational ecological trail in the Bastak Nature Reserve, in *Aktual'nye problemy osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii – 5: trudy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii (Actual Problems of Specially Protected natural Areas)*. Tolyatti: IEVB RAS, 2023, pp. 9–12. (In Russ.). DOI: 10.24412/cl-34866-2023-2.
3. Bolshakov V.N., Gilev A.V., Golovatin M.G., Kuznetsova I.A., Pustovalova L.A., Stepanov L.N. Recreational Impact on Special Protected Areas of Various Categories. *Biosfera*, 2023, vol. 15, no. 2, pp. 91–106. (In Russ.). DOI: 10.24855/biosfera.v15i2.800.
4. *Metody polevykh ekologicheskikh issledovaniy: ucheb. posobie (Methods of field environmental research: textbook. the manual)*, author's col. O.N. Artaev, D.I. Bashmakov, O.V. Bezina et al.; A.B. Ruchin Ed. Saransk: Publishing House of Mordovia university, 2014. 353 p. (In Russ.).

SOIL COMPACTION ON THE BASTAK NATURE RESERVE ECOLOGICAL TRAILS

A.M. Alexandrova

The upper soil horizons density measurements were made on the Bastak Nature Reserve ecological trails of Uchebnaya and Tigrinaya. The author assessed the upper soil horizons condition. It was noted that soil conditions were favorable for plant growth. It was revealed that the Bastak Nature Reserve soil cover state on the ecological trails depends on recreational effects. The author has proposed the measures aimed to minimize the recreational impact on the Bastak Nature Reserve ecological trails.

Keywords: *Bastak Nature Reserve, ecological trails, recreational effects, soils, soil density.*

Reference: Alexandrova A.M. Soil compaction on the Bastak Nature Reserve ecological trails. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 92–96. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-92-96.

Поступила в редакцию 15.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 502.7(571.621)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕНДРОФЛОРЫ Г. БИРОБИДЖАНА: МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

В.Б. Калманова

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: kalmanova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5416-2230>

С учетом перспективных тенденций развития Биробиджана выполнен анализ жизненного состояния доминирующих видов деревьев и в целом экологического состояния дендрофлоры как показателя качества урбанизированной среды. На основе выявленных патологических изменений в состоянии зеленых насаждений дана оценка и прогноз развития ситуации в городской среде и предложены основные принципы совершенствования экологической стратегии развития города за счет его озеленения.

Ключевые слова: дендрофлора, экологическое состояние, зеленые насаждения, урбанизированная территория, функциональная значимость, Биробиджан.

Образец цитирования: Калманова В.Б. Экологическое состояние дендрофлоры г. Биробиджана: мониторинг и прогнозирование // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 97–101. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-97-101.

Введение

В настоящее время уровень антропогенного воздействия на биосферу в целом и отдельные экосистемы в частности непрерывно возрастает, что влечет за собой их деградацию. С геоэкологических позиций территорию города необходимо рассматривать как рукотворную урбогеосистему, существующую за счет постоянного внешнего воздействия человека. Вода, воздух, почва в условиях урбанизированной среды являются лишь «буферами» загрязнения, а при сильной степени загрязнения сами служат источниками экологической опасности, не поддающимися быстрому восстановлению [8, 14].

На улучшение качества городской среды влияет общая площадь и состояние зеленых насаждений. Антропогенное загрязнение сказывается на состоянии дендрофлоры: длительное воздействие вредных выбросов даже в малых дозах вызывает необратимые изменения в органах растений. Патология повреждений сначала проявляется на физиолого-биохимическом уровне, в дальней-

шем приводит к развитию видимых симптомов: поражаются ткани листьев хлорозом и некрозом, листовые породы сбрасывают листья раньше окончания вегетационного периода, снижается устойчивость к естественным неблагоприятным факторам среды [3, 7, 11, 12, 15]. В итоге дендрофлора не способна полноценно выполнять свои средоформирующую, средостабилизирующую, санитарно-гигиеническую и другие функции, в связи с чем мониторинг зеленых насаждений в урбанизированной среде является необходимым при рассмотрении вопроса обеспечения здоровой экологической обстановки в городе.

На Дальнем Востоке исследования по оценке экологического состояния растительности в целом по городам не проводились, несмотря на то, что практически вся территория характеризуется неблагоприятной экологической обстановкой [1, 2, 5, 10].

Биробиджан обладает специфическими природно-антропогенными особенностями, характерными для всех городов юга Дальнего Востока, и

индивидуальными чертами, которые влияют на санитарное состояние природных компонентов, в том числе на растительность, и способствуют формированию экологических проблем. Среди множества условий, характерных для изучаемой территории, нами выбраны основные, четко отражающие характер формирования экологических проблем: климатические, геоморфологические, гидрологические, планировочная структура, полифункциональность и др. [4]. Помимо перечисленных особенностей, одной из важнейших причин, обуславливающих деградацию зеленых насаждений г. Биробиджана, является резкое ухудшение почвенных условий для роста растений. Естественные приповерхностные горизонты не только нарушены, но и захламлены строительным и бытовым мусором. Значительная часть территории города полностью лишена верхней (аккумулятивной) толщи. В связи с этим почвенный покров, на котором лежит главная роль жизнеобеспечения растений, трансформируется до такого состояния, что не способен выполнять необходимые функции [6]. За последние 10 лет сократилась площадь почвенно-экологической зоны с сохраненными экологическими функциями почв (с 54% до 49%), при этом увеличилось количество экологически потенциально опасных участков с риском образования местных геохимических аномалий (с 8% до 10%).

В последние годы в связи с расширением автомобильных дорог, строительством тротуаров, реконструкцией парковых зон и др. количество зеленых насаждений общего пользования неуклонно уменьшается (с 2003 по 2024 гг. примерно на 39%), озелененные объекты специального назначения и ограниченного пользования находятся в запущенном состоянии. Почти 60% древесных насаждений в результате естественных возрастных изменений теряют свои декоративные и экологозащитные функции, служат переносчиками инфекционных заболеваний для других древесных растений, а также все чаще становятся угрозой безопасности горожан и инфраструктуры города.

Целью исследования является мониторинг и определение экологического состояния дендрофлоры г. Биробиджана для решения проблем оптимизации качества городской среды.

Материалы и методы

Биоцентрические исследования городской растительности проведены на экспериментальных площадках размером 10*10 м, заложенных в различных ландшафтно-функциональных комплексах города Биробиджана.

Полевые работы включали описание морфологических признаков более 7000 деревьев. Камеральные работы заключались в сборе и обработке материалов по характеристике природно-антропогенных особенностей г. Биробиджана.

Определение экологического состояния зеленых насаждений производилось согласно визуальной оценке морфологических признаков органов растений по измененной шкале Е.Г. Мозолева [9].

Результаты и их обсуждение

Для территории г. Биробиджана выделены несколько характерных особенностей зеленых насаждений: однотипный видовой состав, неравномерное размещение, старовозрастность деревьев и т.д.

В целом видовой состав дендрофлоры однообразен. В городских насаждениях Биробиджана насчитывается 72 вида дендрофлоры (40 видов деревьев и 32 вида кустарников).

Несмотря на значительные сокращения зеленых насаждений, Биробиджан можно отнести к городам с достаточным уровнем озеленения. Зеленая зона с учетом окрестностей составляет 40,1 км² (20,3% от общей площади города). Всего на 1 человека приходится 558 м² с учетом городских лесов, расположенных в окрестностях города, в пределах городской застройки – 4 м², что значительно ниже нормы, которая составляет 21 м² [13].

На территории города более 50% старовозрастных деревьев. Основные посадки тополей и вязов, проведенные в 1950-е – 1960-е гг., в настоящее время подходят к своему критическому возрасту, многие деревья суховершинны, сухостойны, поражены гнилью и опасны для жизни горожан (например, деревья на пойменных территориях, в парке КиО, в зеленой зоне детской областной больницы, в районе ДСМ и т.д.).

По шкале Е.Г. Мозолева дана визуальная оценка экологическому состоянию дендрофлоры г. Биробиджана. Первоначально анализировалось каждое дерево, произрастающее на площадке, а затем оценивалось в целом качество территории по усредненному показателю состояния растительности.

В среднем экологическое состояние городской растительности оценивается как удовлетворительное. Из 60 экспериментальных площадок 9 имеют хорошее состояние деревьев и кустарников, 31 – удовлетворительное, 14 – неудовлетворительное и 6 – весьма неудовлетворительное.

Ответную реакцию на комплексное воз-

действие факторов среды в наибольшей степени отражает интегральный показатель – жизненное состояние дендрофлоры, которое определяется степенью повреждения органов растений, поэтому были проанализированы характерные типы повреждений листьев, ствола и корней деревьев в 2023–2024 гг.

К основным повреждениям листьев относятся дырчатое и грубое обгрызание вредителями. Более устойчивыми к обгрызанию оказались листья у ясеня маньчжурского. Листья тополя душистого достаточно сильно подвержены скелетированию. По характерным хлорозам, появляющимся на листьях деревьев под воздействием поллютантов, выявлено, что наиболее устойчивы к воздушным загрязнениям ясень маньчжурский, осина обыкновенная. Практически ежегодно, уже в июне – начале июля, листья на 23% поражены хлорозом, а затем и некрозом. Особенно это характерно для листьев тополя душистого, березы плосколистной, ильма мелколистного и хвойных насаждений, у которых некрозами повреждается до 32% особей при степени поражения в целом по городу 40% зеленых насаждений.

В условиях регионального климата стволы деревьев достаточно интенсивно повреждаются морозом, что способствует возникновению сухобочин, морозных трещин, проростей и дупел. Морозными трещинами при этом особенно сильно повреждены стволы тополя душистого – 11%, березы плосколистной – 9% обследованных деревьев. Типичными повреждениями стволов ив являются гнили (29% деревьев). К основным по-

вреждениям корней относится их обнажение. Распространенность этого явления у обследованных видов изменяется от 5% у ивы любого вида до 30% у тополя душистого. Вторыми по частоте встречаемости являются механические повреждения, составляющие от 5% у черемухи обыкновенной, рябины амурской и до 8% у тополя душистого.

В результате таких повреждений растительность становится более восприимчивой к загрязнителям и ее экологическое состояние в среднем признано удовлетворительным, однако в местах сосредоточения промышленных источников загрязнения и в частном секторе состояние весьма неудовлетворительное. В относительно хорошем состоянии находится растительность в скверах в окрестностях города. При сравнении современных данных (2024 г.) с полученными ранее (2003 г.) результатами видно, что состояние растительности ежегодно ухудшается в среднем на 0,1–0,2 балла. Линия тренда, отображающая прогноз на 5 лет, свидетельствует о возможном переходе состояния растительности в категорию «неудовлетворительное» (рис.).

Показатели состояния (реакция на антропогенное воздействие, жизнеспособность растения в условиях городской среды) наиболее широко распространенных видов деревьев были использованы для экологического зонирования г. Биробиджана.

Анализ показал, что на территории города имеются участки с хорошим (19%), удовлетворительным (59%), неудовлетворительным (13%) и весьма неудовлетворительным (9%) состоянием

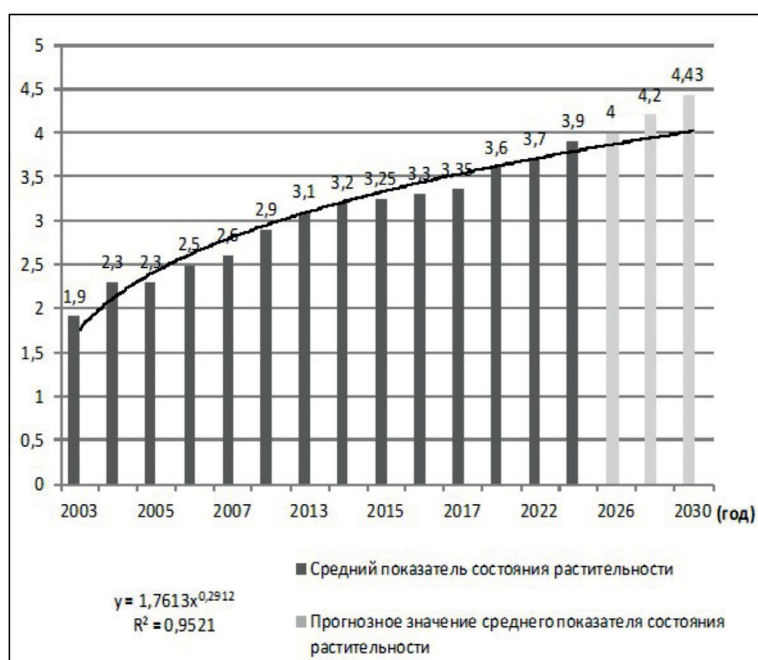


Рис. Динамика экологического состояния городской растительности

Fig. Dynamics of the urban vegetation ecological state

зеленых насаждений.

Улучшить данную ситуацию можно реконструкцией и восстановлением зеленых насаждений, подбором растений с учетом функциональной значимости в соответствии с планировкой города и природными условиями. Одним из важных моментов, обеспечивающих высокую эффективность и долговечность создаваемых городских насаждений, является научно обоснованный подбор древесных пород, устойчивых к своеобразным условиям урбанизированной среды.

Кроме того, необходимо выполнять условия обеспеченности зеленых зон города растительностью согласно СНиП 2.07.01-89, по которому самыми зелеными территориями общего пользования должны быть парки, скверы (200–300 деревьев, 1200–1300 кустарников на 1 га), а также участки больниц и лечебных учреждений (180–250 деревьев, 720–1000 кустарников на 1 га). Обеспеченность последних зелеными насаждениями должна быть не менее 50–65%. На участках жилой застройки должно быть озеленено 40–60% территории. Минимальная обеспеченность зелеными насаждениями на участках производственной застройки – 10–15% (в зависимости от отраслевой направленности производства) [13].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бляхер Л.Е., Левков С.А. Губернские города: между «глобальными воротами» и «муниципальным образованием» // Вестник ТОГУ. 2007. № 3 (6). С. 67–86.
2. Заиканов В.Г. Геоэкологическая оценка территорий / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова. М.: Наука, 2005. 319 с.
3. Калманова В.Б. Комплексная оценка функциональной значимости и экологического состояния дендрофлоры г. Биробиджана // Региональные проблемы. 2005. № 6–7. С. 67–72. EDN: TOVTSN.
4. Калманова В.Б. Общие свойства и особенности урбанизированных территорий // Региональные проблемы. 2011. Т. 14, № 1. С. 38–41. EDN: TQTNMZ.
5. Калманова В.Б. Основные мероприятия по оптимизации системы мониторинга экологического состояния средних и малых городов (на примере г. Биробиджана) // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, № 1. С. 69–73. EDN: TQTIRZ.
6. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.
7. Маслов Н.В. Градостроительная экология. М.: Высшая школа, 2002. 284 с.
8. Матюшкина Л.А., Калманова В.Б. Карта почвенно-экологических условий г. Биробиджана: структура и содержание // Геодезия и картография. 2011. № 9. С. 49–54. EDN: SJTKML.
9. Мозолевская Е.Г., Белова Н.К. Методы оценки состояния деревьев и насаждений // Мониторинг состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы. М.: МГУ леса, 1998. С. 17–39.
10. Нарбут Н.А., Матюшкина Л.А. Выбор и обоснование экологических критериев для оценки состояния городской среды // Вестник ТОГУ. 2009. № 3 (14). С. 71–76. EDN: KYXEIP.
11. Розенберг В.А. Озеленение населенных пунктов Приморского края. Владивосток: Примиздат, 1994. 106 с.
12. Серикова А.В. Функционирование древесной растительности г. Москвы в условиях антропогенного воздействия // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2003. № 6. С. 9–29.
13. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: ЦИТП Госстроя, 1989. 9 с.
14. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почв в городских экосистемах // Почвоведение. 1997. № 1. С. 96–101. EDN: TOYTAN.
15. Уфимцева М.Д., Терехина Н.В., Банарь С.А. Экофитоиндикация урбанизированных геосистем // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2008. № 4. С. 121–129. EDN: KVXXWF.

REFERENCE:

1. Blyakher L.E., Levkov S.A. Provincial cities: between the «global gates» and the «municipal entity». *Vestnik TOGU*, 2007, no. 3 (6), pp. 67–86. (In Russ.).
2. Zaikanov V.G. *Geoekologicheskaya otsenka territorii* (Geoecological assessment of territories), V.G. Zaikanov, T.B. Minakova. Moscow: Nauka Publ., 2005. 319 p. (In Russ.).
3. Kalmanova V.B. Complex Evaluation of Functional Importance and Ecological State Dendroflora of Birobidzan City. *Regional'nye problemy*, 2005, no. 6–7, pp. 67–72. (In Russ.). EDN: TOVTSN.
4. Kalmanova V.B. General Properties and Features of Urbanized Territories. *Regional'nye problemy*, 2011, vol. 14, no. 1, pp. 38–41. (In Russ.). EDN: TQTNMZ.
5. Kalmanova V.B. Underlying Optimization Principles of the Ecological Condition Monitoring

- System for Mid-Sized and Small Cities (by the Example of Birobidzhan). *Regional'nye problemy*, 2012, vol. 15, no. 1, pp. 69–73. (In Russ.). EDN: TQTIRZ.
6. Kulagin Yu.Z. *Drevesnye rasteniya i promyshlennaya sreda* (Woody plants and the industrial environment). Moscow: Nauka Publ., 1974. 125 p. (In Russ.).
 7. Maslov N.V. *Gradostroitel'naya ekologiya* (Urban planning ecology). Moscow: Vysshaya shkola Publ., 2002. 284 p. (In Russ.).
 8. Matyushkina L.A., Kalmanova V.B. Specifics of Surveying and Mapping Soil and Environment Conditions of Birobidzhan city. *Geodeziya i kartografiya*, 2011, no. 9, pp. 49–54. (In Russ.). EDN: SJTKML.
 9. Mozolevskaya E.G., Belova N.K. Methods for assessing the condition of trees and plantings, in *Monitoring sostoyaniya zelenykh nasazhdenii i gorodskikh lesov Moskvy* (Monitoring the condition of green spaces and urban forests in Moscow). Moscow: Moscow State University of Forests, 1998, pp. 17–39. (In Russ.).
 10. Narbut N.A., Matyushkina L.A. Selection and Justification of Ecological Criteria for the Assessment of the State of the Urban Environment. *Vestnik TOGU*, 2009, no. 3 (14), pp. 71–76. (In Russ.). EDN: KYXEIP.
 11. Rozenberg V.A. *Ozelenenie naselednykh punktov Primorskogo kraya* (Greening of settlements of Primorsky Krai). Vladivostok: Primizdat Publ., 1994. 106 p. (In Russ.).
 12. Serikova A.V. Functioning of woody vegetation in Moscow under anthropogenic impact. *Problemy okruzhayushchei sredy i prirodnykh resursov*, 2003, no. 6, pp. 9–29. (In Russ.).
 13. *SNiP 2.07.01-89. Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroika gorodskikh i sel'skikh poselenii* (SNiP 2.07.01-89. Urban planning. Planning and building of urban and rural settlements). Moscow: TSITP Gosstroy Publ., 1989. 9 p. (In Russ.).
 14. Stroganova M.N., Myagkova A.D., Prokof'eva T.V. The role of soils in urban ecosystems. *Pochvovedenie*, 1997, no. 1, pp. 96–101. (In Russ.). EDN: TOYTAN.
 15. Ufimtseva M.D., Terekhina N.V., Banar' S.A. Ecophytoindication of Urban Geosystems. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 7. Geologiya. Geografiya*, 2008, no. 4, pp. 121–129. (In Russ.). EDN: KVXXWF.

ECOLOGICAL STATE OF THE BIROBIDZHAN DENDROFLORA: MONITORING AND FORECASTING

V.B. Kalmanova

Taking into account the development trends of Birobidzhan, the author gives an assessment of dominant tree species living state, and, in general, the dendroflora ecological condition as an indicator of the urban environment quality. On the base of identified pathological changes in the state of green space, it is given an assessment and forecast for the urban environment development. Basic principles are formulated and proposed, aimed to improve the environmental strategy of the town development through its landscaping.

Keywords: *dendroflora, ecological status, green spaces, urbanized territory, functional significance, Birobidzhan.*

Reference: Kalmanova V.B. Ecological state of the Birobidzhan dendroflora: monitoring and forecasting. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 97–101. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-97-101.

Поступила в редакцию 29.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 631.452(571.63)

СОСТОЯНИЕ ПОЧВ – ИНДИКАТОР БИОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ПРИХАНКАЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)

Р.А. Макаревич, К.Ю. Базаров
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
ул. Радио 7, г. Владивосток, 690041,
e-mail: mak@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6787-6870>;
e-mail: kbazarov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7308-7096>

Выполнена оценка некоторых почв луговых, болотных и агробиоценозов Приханкайской низменности по двум важнейшим для почвенного плодородия и доступности для растений элементов минерального питания показателям. По содержанию гумуса/органического вещества почвы входят в диапазон градаций «низкое» – «очень высокое». При этом 82% почв относятся к градациям со средними и более высокими содержаниями гумуса. Немногим более 50% почв имеют оптимальную слабокислую и нейтральную реакцию. Остальные почвы с кислой и сильнокислой реакцией среды требуют ее оптимизации во избежание потери почвой растворимых элементов питания.

Ключевые слова: почвы, органический углерод, обменная кислотность, Приханкайская низменность.

Образец цитирования: Макаревич Р.А., Базаров К.Ю. Состояние почв – индикатор биоресурсного потенциала наземных экосистем (на примере Приханкайской низменности) // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 102–105. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-102-105.

Почва – уникальное природное образование, формирование которого происходит при участии биоты в качестве одного из факторов почвообразования. В то же время почва – самостоятельный природный ресурс, обеспечивающий существование и функционирование автотрофной растительности и разнообразной жизни гетеротрофных организмов разного уровня развития. Деградация и разрушение почв приводят к ежегодным мировым потерям земель в количестве 10–15 млн. га, уничтожение лесов и низкие урожаи в земледелии грозят разрушением автотрофному механизму биосферы и основам существования жизни [4]. В связи с этим все большую актуальность и масштабы приобретают исследования сложных взаимодействий между природными и антропогенными факторами, влияющими на процессы деградации почв и их последствия [8]. Поэтому необходим контроль за состоянием почв с целью сохранения их биологического и экономического потенциала.

Состояние почв и их продуктивность определяются широким спектром показателей химического и гумусного состояния почв и являются важнейшими при оценке как почвенного плодородия, так и доступности для растений элементов минерального питания [5]. К важнейшим из них относятся содержание гумуса и кислотность, определяющие как запасы питательных элементов, так и их доступность для потребления биотой [6].

В работе представлены оценки некоторых почв луговых, болотных и агробиоценозов Приханкайской низменности по этим показателям для слоя 0–20 см в соответствии с мощностью пахотного горизонта. Содержание гумуса (в случае обилия в почвах слабогумифицированных растительных остатков использован термин «органическое вещество») рассчитано умножением содержания органического углерода (С_{орг.}) на коэффициент 1,724. Процентное содержание С_{орг.} определено методом Тюрина в модификации Никитина [7].

Показатели обменной кислотности в единицах рН измерены в солевой суспензии при соотношении почва: 1,0 N KCl, равном 1:2,5 [1]. Классификационная принадлежность почв установлена по Г.И. Иванову [2, 3]. Расположение мест отбора обследованных почв указано в табл.

Формирующиеся в условиях луговых биоценозов почвы (см. табл.) обследованы в Хорольском, Надеждинском и Михайловском административных районах Приморского края. В Хорольском районе (т. 2-2) на избыточно увлажненной площади под покровом практически монодоминантной из вейника Лангдорфа растительности вскрыта луговая глеевая типичная почва. Содержание Сорг. в ней составляет 3,55%, содержание гумуса (6,12%) соответствует градации «высокое». По величине обменной кислотности почва кислая: значение рН 4,80. Под луговой злаково-разнотравной растительностью в Надеждинском районе (т. 1-1) развита задернованная слоисто-пойменная почва. Содержание Сорг. в ней достигает 11,41%, количество органического вещества (19,68%) соответствует градации «очень высокое». По величине обменной кислотности (рН 3,90) она относится к сильно кислым. В Михайловском районе также под луговой злаково-разнотравной растительностью (т. 3-9) развита аналогичная задернованная слоисто-пойменная почва, содержащая 4,23% Сорг. По содержанию гумуса (7,29%) она относится к градации «высокое», по величине обменной кислотности (рН 4,78) почва кислая.

В Надеждинском районе в постоянно переувлажненной среде вейниково-осокового болота (т. 4-2) формируется лугово-болотная почва. Содержание Сорг. в ней составляет 6,12%, коли-

чество органического вещества (12,31%) соответствует градации «очень высокое». Значение обменной кислотности (рН 5,55) характеризует эту почву как слабокислую.

Почвы агробиоценозов (см. табл.) обследованы в Ханкайском, Хорольском и Спасском административных районах Приморья.

В Спасском районе они опробованы на трех полях, используемых под выращивание кукурузы. Первое поле (т. 2-5) представлено луговыми глеевыми отбеленными почвами, содержащими в пахотном горизонте 2,95% Сорг., что соответствует градации содержания гумуса (5,08%) в них – «среднее». По величине обменной кислотности (рН 6,70) почвы относятся к нейтральным. На втором поле (т. 2-6) развиты луговые глеевые типичные почвы. Количество Сорг. в них равно 2,44%, содержание гумуса (4,21%) определяется градацией «низкое». Значение обменной кислотности (рН 6,89) соответствует нейтральным почвам. Третье поле (т. 3-1) расположено также на луговых глеевых типичных почвах, содержащих, однако, более высокое количество Сорг. (4,29%), содержание гумуса в них (7,40%) соответствует градации «высокое». По обменной кислотности (рН 5,69) они относятся к слабокислым.

Агрогенные почвы в Хорольском районе представлены двумя полевыми площадями. На первом поле (т. 2-3), используемом под выращивание кукурузы, развиты луговые глеевые типичные почвы, в которых содержание Сорг. составляет 3,27%, по количеству гумуса (5,64%) они соответствуют градации «среднее». Значение обменной кислотности (рН 5,85) относит их к слабокислым. На другом поле (т. 2-1) проведена отвальная

Таблица

Местоположение точек отбора почвенных образцов

Table

Location of soil sampling points

№№ точек отбора	GPS координаты, градусы		Высота над у. м., м	Угодье	№№ точек отбора	GPS координаты, градусы		Высота над у. м., м	Угодье
	с. ш.	в. д.				с. ш.	в. д.		
1-1	43,573	131,962	7,8	луг	2-6	44,662	132,765	108,0	пашня
1-2	44,614	132,064	74,9	рисовый чек	2-4	44,459	132,382	74,0	рисовый чек
2-1	44,348	132,072	143,0	пашня	3-1	44,616	132,967	115,5	пашня
2-2	44,433	132,125	93,4	луг	3-9	43,961	132,509	131,7	луг
2-3	44,431	132,196	108,0	пашня	4-2	43,484	131,808	5,5	болото
2-5	44,525	132,759	107,0	пашня					

вспашка для заделки сорняков и, возможно, оно будет оставлено под паром. Распространенные здесь луговые глеевые типичные почвы содержат 3,37% Сорг. и по количеству гумуса (5,81%) соответствуют градации «среднее». По величине обменной кислотности (рН 5,44) они относятся к слабокислым.

Почвы рисовых чеков, площади которых в последние годы используются под посевы зернофуражных культур, обследованы в двух административных районах Приморского края. Под чеком в Ханкайском районе (т. 1-2) развиты луговые глеевые типичные почвы, содержащие 1,84% Сорг., что по количеству гумуса (3,17%) относит их к градации «низкое». Величина обменной кислотности (рН 4,51) указывает на их принадлежность к кислым почвам. На чеке в Хорольском районе (т. 2-4) формируются луговые глеевые отбеленные почвы, содержание Сорг. в которых составляет 2,11%, и количество гумуса (3,64%) также соответствует градации «низкое». Значение обменной кислотности (рН 4,73) определяет их как кислые.

Полученные в ходе исследования почв Приханкайской низменности количественные оценки двух важнейших почвенных характеристик позволяют сделать следующее заключение.

По содержанию гумуса/органического вещества почвы входят в диапазон градаций «низкое» – «очень высокое». При этом к градам «низкое» относятся 18%, «среднее» – 37%, «высокое» – 27% и «очень высокое» – 18% почв. Низкими количествами гумуса отличаются луговые глеевые типичные и луговые глеевые отбеленные почвы рисовых чеков, а также пахотная луговая глеевая типичная почва в Спасском районе. Большинство обследованных почв характеризуются средними количествами гумуса. К ним относятся пахотные луговые глеевые типичные и луговые глеевые отбеленные почвы Хорольского и Спасского районов. Высокие содержания гумуса отмечаются в почвах луговых биоценозов (луговой глеевой типичной и задернованной слоисто-пойменной соответственно в Хорольском и Михайловском районах) и в пахотной луговой глеевой типичной почве в Спасском районе. К градации с очень высоким содержанием органического вещества относятся почвы луговых и болотных биоценозов: задернованная слоисто-пойменная и лугово-болотная почвы в Надеждинском районе. Благоприятными для обеспечения жизнедеятельности и высокой продуктивности биоценозов являются почвы со средними и более высокими содержаниями гумуса. К таковым относятся 82%

обследованных почв. Остальные почвы требуют проведения мероприятий для оптимизации гумусного состояния и повышения их плодородия.

Значения обменной кислотности исследованных почв указывают на то, что 9% из них имеют сильнокислую, 37% кислую, 36% слабокислую и 18% нейтральную реакцию среды. Сильнокислой оказалась задернованная слоисто-пойменная почва в Надеждинском районе. Большинство же почв характеризуется кислой реакцией. К ним относятся луговые глеевые типичные и задернованные слоисто-пойменные почвы луговых биоценозов соответственно в Хорольском и Михайловском районах, а также луговые глеевые типичные и отбеленные почвы рисовых чеков в Ханкайском и Хорольском районах. Практически аналогичное количество обследованных почв обладает слабокислой реакцией. Она отмечена в лугово-болотной почве в Надеждинском районе и часто присуща пахотным луговым глеевым типичным почвам Спасского и Хорольского районов, хотя некоторое количество пахотных почв в Спасском районе имеет нейтральную реакцию. Оптимальной для существования питательных элементов в почвах в доступных для растений химических формах является слабокислая и нейтральная среда. Немногим более 50% обследованных почв относятся к этим градам. Почвы с кислой и сильнокислой реакцией требуют оптимизации среды во избежание потери почвой растворимых элементов питания.

В целом можно резюмировать, что более половины обследованных почв Приханкайской низменности находятся в удовлетворительном состоянии для реализации их биологического и экономического потенциала.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 125021302113-3.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воробьева Л.А. Химический анализ почв: учебник. М.: МГУ, 1998. 272 с.
2. Иванов Г.И. Почвенная карта Приморского края. Масштаб 1:500000. Хабаровск: ГУГК № 2, 1983.
3. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
4. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 263 с.
5. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. № 8. С. 918–926. EDN: OWPLCP.

6. Орлов Д.С., Воробьева Л.А. Система показателей химического состояния почв // Почвоведение. 1982. № 4. С. 5–22.
7. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса: учеб. пособие / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 272 с.
8. The state of soils in Europe. Fully evidenced, spatially organised assessment of the pressures driving soil degradation / eds. C. Arias-Navarro, R. Baritz, A. Jones. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024. 156 p. DOI: 10.2760/7007291.
4. Kovda V.A. *Biogeokhimiya pochvennogo pokrova* (Biogeochemistry of soil cover). Moscow: Nauka Publ., 1985. 263 p. (In Russ.).
5. Orlov D.S., Biryukova O.N., Rozanova M.S. Revised System of the Humus Status Parameters of Soils and Their Genetic Horizons. *Pochvovedenie*, 2004, no. 8, pp. 918–926. (In Russ.). EDN: OWPLCP.
6. Orlov D.S., Vorobyeva L.A. System of indicators of the chemical state of soils. *Pochvovedenie*, 1982, no. 4, pp. 5–22. (In Russ.).
7. Orlov D.S. *Praktikum po khimii gumusa: ucheb. posobie* (Practicum on humus chemistry: textbook. Manual), D.S. Orlov, L.A. Grishina. Moscow: Publishing House of Moscow university, 1981. 272 p. (In Russ.).
8. *The state of soils in Europe. Fully evidenced, spatially organised assessment of the pressures driving soil degradation*, C. Arias-Navarro, R. Baritz, A. Jones Eds. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024. 156 p. DOI: 10.2760/7007291.

REFERENCES:

1. Vorobyeva L.A. *Khimicheskii analiz pochv: ucheb. posobie* (Chemical analysis of soils: textbook). Moscow: MSU, 1998. 272 p. (In Russ.).
2. Ivanov G.I. *Pochvennaya karta Primorskogo kraia. Masshtab 1:500000* (Soil map of Primorsky Krai. Scale 1:500000). Khabarovsk: GUGK № 2 Publ., 1983. (In Russ.).
3. Ivanov G.I. *Pochvoobrazovanie na yuge Dal'nego Vostoka* (Soil formation in the south of the Far East). Moscow: Nauka Publ., 1976. 200 p. (In Russ.).

SOIL CONDITION AS AN INDICATOR OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS BIORESOURCE POTENTIAL (BY THE PRIKHANKAI LOWLAND EXAMPLE)

R.A. Makarevich, K.Yu. Bazarov

An assessment of some meadow, marsh soils and agrobiocenoses at the Prikhankai Lowland was made according to two indicators, most important for defining soil fertility and availability of mineral nutrition elements for plants. In terms of humus/organic matter content, the soils fall into the range of gradations «low» – «very high». At the same time, 82% of soils belong to gradations with medium and higher humus contents. A little more than 50% of soils have an optimal slightly acidic and neutral reaction. The remaining soils with an acidic and strongly acidic reaction require its optimization to avoid the loss of soluble nutrients by the soil.

Keywords: soils, organic carbon, exchange acidity, Prikhankai lowland.

Reference: Makarevich R.A., Bazarov K.Yu. Soil condition as an indicator of terrestrial ecosystems bioresource potential (by the Prikhankai Lowland example). *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 102–105. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-102-105.

Поступила в редакцию 08.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 504.73:712.4(571.621)

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННЫХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. БИРОБИДЖАНА

Д.В. Жучков

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: dmitriy.zhuchkov.2000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7474-2910>

В работе проанализированы этапы формирования системы искусственных зелёных насаждений г. Биробиджана с момента появления станции Тихонькой и до настоящего времени. Всего было выделено 5 этапов, отличающихся друг от друга приемами озеленения и его причинами, видовым составом, озеленяемыми территориями и др. Определено, что в 1950–1980-е гг. было высажено основное количество древесных насаждений, большая часть которых произрастает сегодня. Основными породами в древесных насаждениях являются ясень маньчжурский, ильм мелколистный, берёза плосколистная, тополи Максимовича и душистый, ель аянская. Начиная с пятого этапа развития системы зелёных насаждений города отмечается отказ от использования тополей в озеленении. В настоящее время в Биробиджане продолжают работы по благоустройству территории в рамках национальных проектов, используются новые виды древесно-кустарниковых растений, создаются общественные пространства и т.д.

Ключевые слова: зелёные насаждения, история развития озеленения, причины озеленения, благоустройство территории, город Биробиджан.

Образец цитирования: Жучков Д.В. Ретроспективный анализ формирования зеленых насаждений г. Биробиджана // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 106–111. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-106-111.

Национальные приоритеты Российской Федерации (РФ), утвержденные в 2024 году, акцентируют внимание на устойчивом развитии страны и «развороте на Восток», что обуславливает необходимость ускоренного развития Дальнего Востока России (ДВР) и улучшения условий жизни населения. Эти задачи отражены в программе социально-экономического развития ДВР на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года.

Города традиционно оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду, вызывая ряд экологических проблем, отражающихся на состоянии различных компонентов экосистем, включая зелёные насаждения, которые, в свою очередь, выполняют важные функции для создания комфортной городской среды и рассматриваются не просто как декоративный элемент, а стратегиче-

ский аспект при планировании и организации населенных пунктов.

Анализ научной литературы выявил недостаточную изученность растительного покрова малых и средних городов, особенно в азиатской части России [11]. Существующие исследования, как правило, сосредоточены в больших и крупных городах. В малых и средних городах Приамурья, охватывающего Амурскую и Еврейскую автономную области, а также южную часть Хабаровского края, ранее проводились исследования, связанные с определением видового состава зелёных насаждений. Однако результаты в основном не опубликованы или представлены в виде гербарных материалов.

Биробиджан, основанный в 1912 изначально как станция Тихонькая, формировался с учетом

сохранения естественной растительности [3, 4]. Планировочная структура города имеет путь развития от хаотичности в застройке [8] к генеральным планам, разработанным институтом «Ленгипрогор» под руководством Л.Н. Путермана в 1960-х и доработанным к 1975 году [9]. Современная структура включает жилые, промышленные, рекреационные, специальные и общественно-деловые зоны [5]. Из 170 км², отведённых городу как землепользователю, только 49% относится к антропогенно преобразованным ландшафтам, а 51% – к открытым пространствам.

Для разработки системы управления зелёными насаждениями г. Биробиджана необходим анализ их формирования, пространственного развития и иерархичности – от организации газонов до общественных озеленённых пространств. Цель исследования – ретроспективный анализ формирования искусственных зеленых насаждений г. Биробиджана.

Материалы и методы

Для изучения истории озеленения г. Биробиджана проводился анализ литературных и фондовых материалов. Источниками послужили архивные данные, публикации в средствах массовой информации, фотоматериалы из разных районов города, начиная с 1912 года и по настоящее время [1, 3, 4, 6, 7, 13, 15, 16].

Результаты и обсуждение

Система озеленения Биробиджана сложилась более чем за вековой период становления и развития города. В истории освоения Приамурья выделяется несколько этапов землепользования, начиная от очагового сельскохозяйственного и лесохозяйственного землепользования до коренных реформ в хозяйстве и создании новых форм собственности, увеличении антропогенной нагрузки на природную составляющую [2, 14]. Все эти изменения наложили отпечаток на становлении, развитии и благоустройстве населенных пунктов, в том числе Биробиджана (табл.).

Первый этап развития будущего Биробиджана связан со строительством Амурской железной дороги (Транссибирской магистрали). В 1912 г. организована станция Тихонькая в условиях «дремучей и непроходимой тайги» [3]. Вокруг станции возведен вокзал, жилые постройки барачного типа для рабочих и коммунально-складские объекты. Территория осваивалась железнодорожниками и крестьянами-переселенцами, которые занимались сельским хозяйством. Социальная инфраструктура почти отсутствовала, как и работы по благоустройству. Зеленый фонд города представлял исключи-

тельно естественную растительность, поэтому искусственные посадки не проводились.

Во время *второго этапа* был дан старт будущему благоустройству города. 26 мая 1936 г. вышло первое постановление пленума Биробиджанского городского совета № 4 «О коммунальном хозяйстве и благоустройстве», в котором подчеркивалась важность развития зеленого фонда города и его декоративных особенностей. Планировалось создание заповедника на Тукалевском острове для охраны зеленых насаждений [1, 6]. Однако преобладало практическое использование земель, а озеленение носило случайный характер и осуществлялось местными жителями. У здания Дома Советов в начале 1930-х гг. организован сквер, ставший знаковым озелененным местом для отдыха населения. В 1936 г. был открыт городской парк культуры и отдыха, представлявший собой участок естественной растительности, до 1960-х гг. – таежный остров [13]. В период Великой Отечественной войны, несмотря на трудности, продолжалось озеленение на центральных улицах города, особое внимание уделялось их санитарному состоянию. В 1945 г. сообщалось о высадке 1700 деревьев и 4500 кустарников в городе.

В Биробиджане на *третьем этапе* началось возведение жилых каменных зданий по ул. Шолом-Алейхема и создание озелененных зон. Озеленение расширялось на запад и восток города. В 1970-х годах работы по благоустройству были приурочены к 100-летию В.И. Ленина. Согласно отчетным данным за 1969 г., Биробиджан планировался как один из самых благоустроенных городов Хабаровского края. Предполагалось открытие новой площади им. В.И. Ленина, модернизация скверов и благоустройство территорий для отдыха в отдаленных частях города (ул. Карла Маркса и Биробиджан II). В 1969 г. при было высажено 23 тыс. деревьев, 50 тыс. кустарников и создано 14 тыс. м² цветочных клумб (из Решения городского совета депутатов трудящихся) [6]. Аналогичные работы проводились ежегодно. В 1975 г. открыт сквер Победы, на территории которого были высажены ели, произрастающие в настоящее время [7]. Территория сквера имеет важное историческое значение, так как расположен он там, где когда-то находилось первое поселение – станция Тихонькая. Это место является стартовой точкой развития истории города и символизирует связь между прошлым и настоящим.

Четвертый этап развития озеленения характеризуется нормативным подходом. В 1976 г. общая площадь зелёных насаждений города со-

History of Green Space System Development in Birobidzhan

Этап	Причины озеленения	Озеленяемые территории города	Породы, используемые в озеленении
I (1912–1930-й гг.)	Отсутствие озеленительных работ.	Отсутствуют	Естественная растительность.
II (1930-й г. – середина 40-х гг.)	В южных районах ДВР наблюдался рост городского населения, что стимулировало строительство административных, социальных и жилых объектов. Организация зон отдыха и благоустройство территорий.	Центральные улицы города: Постышева (ныне Ленина), Октябрьская, Горького, Димитрова, Урицкого (ныне Кирова), Партизанская (ныне Шолом-Алейхе-ма), привокзальная площадь. В начале 1930-х появляется сквер у Дома Советов. В 1936 г. открыт парк культуры и отдыха. У здания кинотеатра «Родина» (открыт в 1937) организуется сквер для отдыха населения.	Ясень маньчжурский, бархат амурский, ильм мелколистный (распространена кустарниковая форма), берёза плосколистная, тополя, ивы, клёны.
III (конец 40-х гг. – середина 70-х гг.)	Пик озеленения города. Благоустраиваются новые жилые районы и территории социальных и культурных объектов. С расширением городской застройки зелёные насаждения высаживались на западе и востоке города. Особое внимание уделялось городским окраинам. В 70-х годах благоустройство Биробиджана проводилось в рамках мероприятий, посвященных празднованию 100-летия В.И. Ленина. В 1975 г. торжественно открыт сквер Победы.	Продолжается благоустройство улиц: Шолом-Алейхе-ма, Димитрова, Горького и Ленина. Начало озеленения на улицах: Дзержинского, Чапаева, Миллера, Комсомольская, Маяковская, Пионерская, Калинина, Карла Маркса, Советская, Московская, Шевченко; район Биробиджан – II. Расширяется и озеленяется территория парка культуры и отдыха, сквера Победы и у Дворца культуры.	Тополь Максимовича и душистый, ильм мелколистный, березы даурская и плосколистная, ясень маньчжурский, ели аянская и сибирская, сирень амурская, липа амурская, черёмуха обыкновенная.
IV (середина 70-х – начало 90-х годов)	Нормативный подход к озеленению. 1978 г. – открытие площади им. В.И. Ленина. К 50-летию ЕАО построено здание филармонии (1984-1985 гг.). К концу 80-х годов отмечается снижение финансирования благоустроительных работ.	Озеленение проводилось на вышеперечисленных улицах, а также у здания филармонии, по проспекту 60-летия СССР и ул. Бумагина и Парковой.	Тополь Максимовича и душистый, ильм мелколистный, березы даурская и плосколистная, ясень маньчжурский, ели аянская и сибирская, сосна обыкновенная, боярышник, черёмуха обыкновенная, пихта белокорая.
V (начало 90-х – настоящее время)	До 2000-х г. в городе остановились крупные работы по благоустройству. Начиная с XXI века проводится реконструкция и создание новых общественных пространств в рамках федеральных и муниципальных программ. Появление городского Арбата и Набережной, новых скверов и общественных пространств.	К началу анализируемого этапа уже была сформирована основная сеть зеленых насаждений по улицам и жилым массивам города. Проводилась замена аварийных видов деревьев, а также организовывалась дополнительная высадка на ул. Шолом-Алейхе-ма, 40-летия Победы, Пионерской, Парковой и др., проспекте 60-летия СССР.	Помимо выше упомянутых пород, можно привести яблоню ягодную, рябину амурскую, боярышники Максимовича и даурский. С 2015 года появляются несвойственные дендрофлоре ЕАО виды.

ставляла 422 га, из которых 30 га приходится на леса защитных зон, а 300 га – на внутриселитебные насаждения (255 – внутриквартальные и 72 – общего пользования) [6].

Знаковым событием стало открытие площади и памятника им. В.И. Ленина в 1978 г., где была произведена высадка саженцев ели аянской. Продолжалось озеленение проспекта 60-летия СССР и сквера Победы. В конце этапа произошло сокращение финансирования и снижение темпов озеленения. Впоследствии отмечалось снижение зеленого строительства города. Основная часть зеленых насаждений города сформирована в период с 1950 до 1985 гг. [10, 12].

Пятый этап совпадает с переходом к рыночной экономике, что вызвало сокращение озеленительных работ в городе, ранее осуществляемых силами промышленных предприятий и городским советом. До 2000-х годов отсутствует информация об организации новых скверов, зон отдыха и крупных озеленительных проектов. Проводятся небольшие высадки древесных насаждений и замена аварийных экземпляров вдоль автомобильных дорог. В 1995 г. площадь зелёных насаждений в пределах городской черты составляла 560 км², из них общего пользования – 46 км², городские леса – 64 км², озелененные полосы улиц составляют 140 км. В архивных материалах приводится информация, что основными образующими древесными породами в зеленых насаждениях города выступают: ясень маньчжурский, тополя Максимовича и душистый, ильм японский, береза плосколистная, ели [1]. На этом этапе отмечается тенденция отказа от высадки тополей. С 2000-х годов происходит оживление в городском благоустройстве: санитарные мероприятия по уходу за зелеными насаждениями, реконструкция участка улицы Шолом-Алейхема в пешеходную зону (Арбат) к 70-летию ЕАО, а также открытие городской набережной к 75-летию ЕАО. Активизировались научные исследования, связанные с оценкой экологического состояния зеленых насаждений города [5, 9, 10, 12]. В настоящее время реализуются мероприятия по благоустройству, создаются и реконструируются городские скверы, парк культуры и отдыха, проводится санитарный уход за насаждениями. Для города утвержден мастер-план и уже стартовали мероприятия, с ним связанные. По данным ежегодно публикуемых значений индекса качества городской среды, Биробиджан оценивается как благоприятный город для жизни (184 балла). Высоко оценены озелененные пространства города – 45 из 60 возможных баллов.

Заключение

Проанализировав ситуацию, можно сделать вывод, что система зеленых насаждений г. Биробиджана сложилась более чем за вековой период. Каждый из выделенных этапов развития озеленения сопровождался изменениями в подходах и принципах, что отражалось на видовом составе растений, их функциональной значимости и типах общественных зелёных зон. Начиная с 1912 г., когда город был окружён естественной растительностью, постепенно развивалась система зелёных насаждений, включая создание новых парков, скверов, аллей и др. Озеленение города началось с центральной его части и по мере развития застройки продолжалось к периферии. Пиком озеленения города можно считать 1950–1980-е гг., когда был сформирован основной фонд зелёных насаждений. Особое значение в структуре озеленения имеют такие объекты, как парк культуры и отдыха и сквер Победы, которые не только выполняют экологические функции, но и имеют историческое значение.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Архивная документация Государственного архива Еврейской автономной области. URL: <https://arhiv.eao.ru/> (дата обращения: 20.02.2025).
2. Бакланов П.Я. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования / П.Я. Бакланов, С.С. Ганзей. Владивосток: Дальнаука, 2008. 216 с.
3. Гуревич В.С. Город Биробиджан: становление и развитие // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 2. С. 6–12. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-6-12.
4. Гуревич В.С. Еврейская автономная область: из прошлого в настоящее. История становления и развития Еврейской автономии на Дальнем Востоке. Хабаровск: Омега-Пресс, 2020. 524 с.
5. Жучков Д.В., Фетисов Д.М., Макаренко В.П. Функции зелёных насаждений городов в обеспечении целей устойчивого развития // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2023. № 2 (51). С. 38–60. DOI: 10.24412/2227-1384-2023-251-38-60.
6. И стал город зелёным. URL: <https://arhiv.eao.ru/deyat/publikacii/123-i-stal-gorod-zelyonym.html> (дата обращения: 23.01.2025).
7. Из истории сквера Победы (по данным государственного архива ЕАО). URL: <https://arhiv.eao.ru/deyat/publikacii/174-iz-istorii-sk>

- vera-pobedy-po-dokumentam-gosudarstvennogo-arhiva-eao.html (дата обращения: 03.03.2025).
8. Как архитектор из Германии проектировал Биробиджан – дальневосточный Иерусалим. URL: <https://newreportage.ru/archives/13282?ysclid=m5w3hu4hv9861906555> (дата обращения: 05.02.2025).
 9. Калманова В.Б. Открытые пространства в структуре урбанизированных территорий (на примере г. Биробиджана) // Региональные проблемы. 2016. Т. 19, № 2. С. 54–59. EDN: WALYWF.
 10. Калманова В.Б. Экологическое состояние дендрофлоры как показатель качества городской среды (на примере г. Биробиджана) // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 1. С. 79–86. EDN: TQTJFV.
 11. Макаренко В.П., Фетисов Д.М., Жучков Д.В. Изучение растительного покрова малых и средних городов России: современное состояние // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 1. С. 3–15. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-1-3-15.
 12. Макаренко В.П., Жучков Д.В. Современная структура и состояние древесных насаждений города Биробиджана // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. 2021. № 3 (44). С. 75–84. DOI: 10.24412/2227-1384-2021-344-75-84.
 13. Окультуренный остров. URL: <https://www.gazetaeao.ru/okulturennuy-ostrov/> (дата обращения: 03.03.2025).
 14. Фетисов Д.М. Развитие землепользования и изменение антропогенной нагрузки на территории российского Приамурья // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. Т. 6, № 2. С. 69–75. EDN: SILFJN.
 15. Фотографии Биробиджана и Еврейской автономной области. URL: <https://vk.com/albums-208567076> (дата обращения: 11.02.2025).
 16. Фотографии прошлого. URL: https://pastvu.com/ps/1?f=r!872_sl5 (дата обращения: 17.03.2025).
- REFERENCE:
1. *Arkhivnaya dokumentatsiya Gosudarstvennogo arkhiva Evreiskoi avtonomnoi oblasti* (Archival documentation of the State Archive of the Jewish Autonomous Region). Available at: <https://arhiv.eao.ru/> (accessed: 20.02.2025). (In Russ.).
 2. Baklanov P.Ya. *Transgranichnye territorii: problemy ustojchivogo prirodopol'zovaniya* (Trans-boundary territories: the problems of sustainable nature use.), P.Ya. Baklanov, S.S. Ganzey. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2008. 216 p. (In Russ.).
 3. Gurevich V.S. Birobidzhan Town: Formation and Development. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 2, pp. 6–12. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-6-12.
 4. Gurevich V.S. *Evreiskaya avtonomnaya oblast': iz proshlogo v nastoyashchee. Istoriya stanovleniya i razvitiya Evreiskoi avtonomii na Dal'nem Vostoke* (The Jewish Autonomous Region: from the past to the present. The history of the formation and development of the Jewish Autonomy in the Far East). Khabarovsk: Omega-Press Publ., 2020. 524 p. (In Russ.).
 5. Zhuchkov D.V., Fetisov D.M., Makarenko V.P. Functions of Urban Green Spaces for Achieving the Sustainable Development Goals. *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleikhema*, 2023, no. 2 (51). pp. 28–60. DOI: 10.24412/2227-1384-2023-251-38-60. (In Russ.).
 6. *Istal gorod zelyonym* (And the city turned green). Available at: <https://arhiv.eao.ru/deyat/publikacii/123-i-stal-gorod-zelyonym.html> (accessed: 23.01.2025). (In Russ.).
 7. *Iz istorii skvera Pobedy (po dannym gosudarstvennogo arkhiva EAO)* (From the history of Victory Square (according to documents from the State Archive of the JAR)). Available at: <https://arhiv.eao.ru/deyat/publikacii/174-iz-istorii-skvera-pobedy-po-dokumentam-gosudarstvennogo-arhiva-eao.html> (accessed: 03.03.2025). (In Russ.).
 8. *Kak arkhitekt iz Germanii proektiroval Birobidzhan – dal'nevostochnyi Ierusalim* (How an architect from Germany designed Birobidzhan, the Far Eastern Jerusalem). Available at: <https://newreportage.ru/archives/13282?ysclid=m5w3hu4hv9861906555> (accessed: 05.02.2025). (In Russ.).
 9. Kalmanova V.B. Open Areas in the Structure of Urbanized Territories (by the Example of Birobidzhan). *Regional'nye problemy*, 2016, vol. 19, no. 2, pp. 54–59. (In Russ.). EDN: WALYWF.
 10. Kalmanova V.B. Ecological Condition of the Arboreal Flora as Indicator of the Urban Environment Quality (on the Example of Birobidzhan). *Regional'nye problemy*, 2013, vol. 16, no. 1, pp. 79–86. (In Russ.). EDN: TQTJFV.
 11. Makarenko V.P., Fetisov D.M., Zhuchkov D.V. Study of Small and Medium-Size Towns Vegeta-

- tion in Russia: Current State. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 1, pp. 3–15. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-1-3-15.
12. Makarenko V.P., Zhuchkov D.V. Modern Structure and State of Tree Plants in Birobidjan. *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleikhema*, 2021, no. 3 (44). pp. 75–84. (In Russ.). DOI: 10.24412/2227-1384-2021-344-75-84.
 13. *Okul'turenniy ostrov* (A cultivated island). Available at: <https://www.gazetaeao.ru/okulturennyj-ostrov/> (accessed: 03.03.2025). (In Russ.).
 14. Fetisov D.M. Development of land use and changes in anthropogenic load on the territory of the Russian Amur region. *Ustoichivoe razvitie gornykh territorii*, 2014, vol. 6, no. 2, pp. 69–75. (In Russ.). EDN: SILFJN.
 15. *Fotografii Birobidzhana i Evreiskoi avtonomnoi oblasti* (Photos of Birobidzhan and the Jewish Autonomous Region). Available at: <https://vk.com/albums-208567076> (accessed: 11.02.2025). (In Russ.).
 16. *Fotografii proshlogo* (Photos of the past). Available at: https://pastvu.com/ps/1?f=r!872_s!5 (accessed: 20.02.2025). (In Russ.).

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF GREEN SPACE SYSTEM FORMATION IN BIROBIDZHAN

D.V. Zhuchkov

In the paper, the author analyzes the stages of green space system formation in the town of Birobidzhan, starting from the establishment of Tikhonkaya station and to the present day. He identifies five stages, each differing in greening methods, their reasons, species composition, the areas being greened, and other factors. It has been determined that the main landscaping was done between 1950 and 1980, majority of these trees still growing today. The tree plantings primary species are the Manchurian ash, Small-leaved elm, Flat-leaved birch, Maximovich poplar, Fragrant poplar, and Ayan spruce. Starting from the fifth stage of the town's green space system development, there has been a noticeable shift away from using poplars in greening efforts. Currently, Birobidzhan is carrying out landscaping works as part of national projects, introducing new species of woody and shrub plants, creating public spaces, etc.

Keywords: green spaces, history of landscaping, reasons for landscaping, urban improvement, town, Birobidzhan.

Reference: Zhuchkov D.V. Retrospective analysis of green space system formation in Birobidzhan. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 106–111. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-106-111.

Поступила в редакцию 10.03.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 502.4(571.621)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Жучков, Е.В. Стельмах

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: dmitriy.zhuchkov.2000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7474-2910>;
e-mail: stelmahlena69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2060-8107>

В работе приводится краткая характеристика современной сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Еврейской автономной области (ЕАО). Подчеркивается многообразие представителей растительного и животного мира. Особое внимание уделено потенциальному использованию их биологических ресурсов и территорий в рамках научных, образовательных и рекреационных направлений. Определено, что основополагающими факторами для создания рекреационной инфраструктуры в пределах ООПТ являются близость населённых пунктов и логистическая доступность, а также наличие обустроенных экологических троп и проработанных экскурсионных маршрутов, которые представляют современную туристическую сеть области. Подчеркивается, что в настоящий момент в ЕАО разрабатываются туристические концепции и определяются возможные направления комплексного использования биоразнообразия территорий.

Ключевые слова: *особо охраняемые природные территории, заповедник, заказник, природный парк, дендрологический парк, биоразнообразие, охрана биоразнообразия, рекреация, Еврейская автономная область.*

Образец цитирования: Жучков Д.В., Стельмах Е.В. Современное состояние и перспективные направления использования особо охраняемых природных территорий Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 112–117. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-112-117.

Вопросы использования биоразнообразия территорий различного уровня являются перспективными направлениями по причине экономической выгоды. Современные аспекты природопользования формируют задачи сохранения естественных ландшафтов с их возможным использованием человеком. Биоразнообразие, выступая в качестве основного компонента биологических ресурсов, формирует экономический потенциал любого государства, способствуя его устойчивому развитию, что обусловлено преимуществами их использования в образовании, исследованиях, производстве и др. направлениях [2, 4, 8, 9].

В Российской Федерации вопросы сохранения и использования биоразнообразия нашли свое место в национальных целях устойчивого разви-

тия от 2024 г., в которых подчёркивается важность сохранения лесного фонда, биологических ресурсов, развития сети ООПТ и создания условий для рекреационной и иной деятельности населения.

Для ЕАО, в силу ее слабого экономического развития, перспективы использования биоразнообразия представлены в большей степени рекреационными, образовательными и научными возможностями. Реализация этих направлений будет способствовать не только формированию экономической составляющей, но и экологическому просвещению и популяризации природы одного из уникальных регионов России.

Географическое положение ЕАО отличает относительно замкнутый характер поверхности территории, простираение на восточной окраине континента в условиях взаимодействия евроази-

атских и тихоокеанских воздушных масс. Положение области на восточной окраине материка и влияние океанических воздушных масс формируют здесь сочетание зональных и азональных факторов функционирования природных процессов, ведущим следствием которого является высокое биоразнообразие территории [7].

Учитывая вышесказанное, в работе поставлена цель – оценка текущего состояния особо охраняемых природных территорий Еврейской автономной области и перспективных направлений их использования.

Материалы и методы

Материалами для достижения поставленной в работе цели стали научные публикации, нормативно-правовая база, Интернет-ресурсы и средства массовой информации, содержащие информацию об особо охраняемых природных территориях области, их современном состоянии и перспективах использования в научных, образовательных и рекреационных целях. В работе использовались методы теоретического анализа, статистического анализа.

Результаты и обсуждение

Охрана биологического разнообразия ЕАО осуществляется через сеть особо охраняемых природных территорий. В области располагается 24 ООПТ, занимающих территорию площадью 422 957,3 га (11,8% от площади области). В их структуре представлены: единственный заповедник – «Бастак»; 5 региональных заказников: «Дичун», «Журавлиный», «Шухи-Поктой», «Ульдуры» и «Чурки»; 17 памятников природы областного значения и 1 дендрологический парк (табл.) [2]. В таблице для каждой территории нами определяются наиболее перспективные виды деятельности. На данном этапе основу выбора составили следующие факторы: нормативно-правовая база для ООПТ, транспортная доступность, близость населенных пунктов, перспективность разработки туристических маршрутов.

ООПТ на территории области располагаются на землях лесного фонда и представлены различными типами растительности. Например, в «Центральном» кластере заповедника «Бастак» преобладающим типом растительности является лесной. Большая часть лесов территории представлена хвойными насаждениями (53%), а остальные 47% приходятся на лиственные леса. Дубовые и белоберёзовые леса характерны для заказников «Ульдуры», «Журавлиный», «Чурки» и «Шухи-Поктой». В заказнике «Дичун» преобладают смешанные леса с доминированием кедра

корейского [2].

Природные памятники ЕАО созданы с целью сохранения конкретного растительного сообщества, природного комплекса (ПК), среды обитания и т.п. Например, «Биджанское обнажение» организовано для охраны ПК скального обнажения как места обитания растений. На территории природного памятника «Залив Черепаший» под контролем находится популяция дальневосточной черепахи, а в «Сосняках на Бревенчатой» организована охрана естественных насаждений сосны обыкновенной. Дендрологический парк в границах г. Биробиджана создан для формирования коллекции древесных насаждений на основе естественного ландшафта.

Высокое биоразнообразие и уникальные природные ландшафты ООПТ ЕАО создают потенциал для развития туристической деятельности. Анализ современных материалов по этой теме показывает, что данное направление нуждается в значительной доработке. По мнению ряда авторов [1, 9], предполагается создание опорных точек для туристской индустрии, рационального использования ресурсов и социально-экономического развития области. С этой целью важно использовать накопленный рекреационный опыт природных территорий ЕАО при учете не только экономических показателей, но и с позиции общественных запросов.

Для развития туристической и рекреационной деятельности одной из основных задач является создание перспективных маршрутов, например, экологических троп, а также строительство прилегающей инфраструктуры, обеспечение транспортной доступности и подготовка квалифицированных кадров. Для некоторых ООПТ задачи трудно реализуемы из-за охранного статуса, труднодоступности, отсутствия инфраструктуры и культурно-исторических «точек притяжения».

На территории заповедника «Бастак» в настоящий момент разработаны и реализуются научные, просветительские и рекреационные мероприятия как в дикой природе, так и в виде лекционных занятий в образовательных учреждениях области. В «Центральном» кластере заповедника туристам предлагается воспользоваться двумя экскурсионными маршрутами: «Учебная экологическая тропа» и «Экологическая тропа «Тигриная». Тропы оборудованы инфраструктурой для обеспечения передвижения и отдыха посетителей. Для расширения спектра рекреационной деятельности прорабатываются дополнительные туристические маршруты, в том числе восхождение на горы Бы-

дыр и Скалистую, а также посещение лотосового озера кластера «Забеловский». Для организации туристической деятельности важна транспортная доступность, которой в настоящий момент обладают только действующие экологические тропы [4]. На территории заповедника научная деятельность осуществляется сотрудниками научного отдела и другими профильными специалистами, в их задачи входят ведение экологического мониторинга и Летописи природы, а также инвентаризационные работы объектов растительного и животного мира, оценка ландшафтного разнообразия [2, 3].

Территория заказников «Дичун» и «Журавлиный» относится к категории труднодоступных из-за отсутствия подъездных путей и удалённости от населённых пунктов. Эти территории предлагается использовать только в научных целях. Заказники рассматривались как перспективные полигоны для реинтродукции амурского тигра [5] за счёт включения территорий в национальный парк «Помпеевский». На территории заказника «Дичун» особую ценность с научной точки зрения представляют нетронутые кедрово-широколиственные леса, пути миграции косули, а также районы сезонного обитания некоторых млекопитающих – лося и изюбря. Также имеются исследования, раскрывающие возможность реинтродукции здесь амурского горала [6].

Цель заказника «Журавлиный» – сохранение и воспроизводство японского и даурского журавлей, а также природного комплекса южных отрогов Помпеевского хребта. Особая ценность принадлежит лесосеменной базе кедра корейского. Аналогичная деятельность рассматривается и для заказника «Чурки», где отмечены особо ценные участки высокой концентрации краснокнижных видов растений: ластовень стеблеобъемлющий, мякотница однолистная, живокость Маака и др. На территории заказника сосредоточены места обитания и воспроизводства ценных охотничьих видов животных, таких как медведь, косуля, кабан и др.

В проекте концепции развития туризма МО «город Биробиджан» ЕАО до 2035 г. территорию заказников «Ульдуры» и «Шухи -Поктой» предполагается включить в общий пригородный туристический маршрут с целью обеспечения условий для просвещения и оздоровления населения. Главным туристическим объектом заказников можно считать реку Бирю, на которой возможна организация сплавов вдоль северных границ. Наличие заказников вблизи областного центра и других населённых пунктов, близость автомобильных дорог и гу-

стонаселённых территорий позволит обеспечить бесперебойную организацию разрешённых научных, просветительских и рекреационных видов деятельности. С вершин заказника «Ульдуры», являющегося горным изолятом на Среднеамурской низменности, открываются живописные виды на производные широколиственные и мелколиственные леса, равнину, русло р. Биры, населённые пункты. На искусственном водохранилище вблизи с. Бирофельд произрастает лотос Комарова.

Концентрация редких, охраняемых и нуждающихся в охране видов растений и животных на территории памятников природы «Биджанские остряки», «Биджанское обнажение», «Виноградовник», «Гора Филиппова», «Залив Вертопрашиха», «Залив Черепаший», «Змеиный утес», «Лондоковская пещера», «Маньчжурка» и «Сосняки на Бревенчатой» позволяет определить научную деятельность как одну из приоритетных. В постановлении правительства ЕАО от 14.02.2017 № 28-пп «Об утверждении паспортов памятников природы областного значения» приводится информация, разрешающая проведение образовательных и туристических мероприятий на территории памятников природы по согласованию с департаментом по охране и использованию объектов животного мира правительства ЕАО. Однако соответствующей инфраструктуры на данный момент не создано, и придется преодолевать значительные расстояния пешком. С другой стороны, близость населённых пунктов и автомобильных дорог к памятникам природы даст возможность, помимо научных, реализовывать просветительские и рекреационные мероприятия. Например, выгодное положение природного парка «Казачий сад» и памятник природы «Медвежий утёс» у с. Екатерино-Никольское (Октябрьский район) позволит сочетать экологический (непосредственно на территории ООПТ) и культурно-исторический (в селе) виды туризма. Главным туристическим объектом на территории памятников природы «Заросли Лотоса», «Озеро Утиное», «Озеро Лебединое» является реликтовое растение – лотос Комарова.

На территории области, как указывалось выше, располагается единственный дендрологический парк вблизи г. Биробиджана (9-й км. Биршоссе) [2]. Этот фактор позволяет считать его перспективным объектом с рекреационной точки зрения и возможным для включения его в пригородный экскурсионный маршрут. Добраться до дендропарка можно общественным или на личном транспорте. В настоящее время здесь функ-

Характеристика особо охраняемых природных территорий
Еврейской автономной области (составлено авторами)

Characteristics of Specially Protected Natural Areas in the Jewish
Autonomous region (made by the authors)

№	Наименование ООПТ	Площадь (га)	Приоритетные направления деятельности
Заповедники			
1	Бастак	128 055,0	Научная, образовательная и рекреационная
<i>Общая площадь заповедников</i>		<i>128 055,0</i>	
Заказники			
1	Дичун	48 806,91	Научная
2	Журавлиный	67 277,81	Научная
3	Ульдуры	26 840,97	Научная, образовательная и рекреационная
4	Шухи-Поктой	66 457,43	Научная, образовательная и рекреационная
5	Чурки	83 209,3	Научная
<i>Общая площадь заказников</i>		<i>292 592,42</i>	
Памятники природы			
1	Биджанские остряки	542,4	Научная
2	Биджанское обнажение	74,0	Научная
3	Виноградовник	45,0	Научная
4	Гора Гомель	954,5	Научная и рекреационная
5	Гора Филиппова	115,0	Научная
6	Залив Вертопрашиха	40,0	Научная
7	Залив Черепаший	3,6	Научная
8	Заросли лотоса	56,8	Научная, образовательная и рекреационная
9	Змеиный утес	83,0	Научная
10	Казачий сад	11,9	Научная, образовательная и рекреационная
11	Камень Монах	0,8	Научная, образовательная и рекреационная
12	Лондоковская пещера	0,66	Научная
13	Медвежий утес	140,0	Научная, образовательная и рекреационная
14	Маньчжурка	20,0	Научная
15	Озеро Лебединое	61,0	Научная, образовательная и рекреационная
16	Озеро Утиное	83,0	Научная, образовательная и рекреационная
17	Сосняки на Бревенчатой	60,0	Научная
<i>Общая площадь памятников природы</i>		<i>2 291,66</i>	
Дендрологические парки			
1	Дендрологический парк	19,1	Научная, образовательная и рекреационная
<i>Общая площадь дендрологических парков</i>		<i>19,1</i>	
Итого		422 957,3	

ционируют две необорудованные экологические тропы общей протяженностью 6 км. В планах их обустройство. Традиционно в дендропарке проводятся полевые практики для студентов университета. Одним из научных направлений является создание коллекции древесных видов растений для сохранения биоразнообразия и обогащения растительного мира. В дендропарке произрастают древесные растения, привезённые из Приморского края, интродукция которых позволит оценить их жизнеспособность в местных природно-климатических условиях. Следовательно, территория нынешнего дендропарка может стать началом создания питомника для озеленения г. Биробиджана [2]. По мнению авторов, опираясь на фактор доступности, данная ООПТ представляет собой наиболее перспективный объект для развития рекреационной деятельности и в дальнейшем может стать точкой притяжения для туристической активности.

Таким образом, для общего числа ООПТ на территории области можно выделить следующие перспективные направления деятельности: научная, образовательная и рекреационная. Проведение научных исследований является приоритетным видом деятельности для любого охраняемого объекта. Рекреационную деятельность как перспективное направление следует развивать с учетом логистической доступности и разрешенных видов деятельности. Заповедник области выступает в качестве опорной территории и является универсальным примером комплексного использования ландшафтного разнообразия с грамотным сочетанием охранной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гуревич В.С. Туристическая привлекательность как фактор диверсификации экономики Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 1. С. 125–128. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-1-112-115.
2. Калинин А.Ю. Оптимизация методики сейсмических исследований на территории юго-востока Русской платформы: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2009. 22 с.
3. Климина Е.М., Остроухов А.В., Фетисов Д.М., Лонкина Е.С. Анализ ландшафтной структуры заповедника «Бастак» для организации геосистемного мониторинга // Тихоокеанская география. 2024. № 1 (17). С. 46–57. DOI: 10.35735/26870509_2024_17_4.
4. Лонкина Е.С., Рубцова Т.А. Экологический туризм в заповеднике «Бастак»: современное состояние // Актуальные проблемы современ-

ного лесоводства: вторые междунар. чтения памяти Г.Ф. Морозова: к столетию памяти классика русского лесоводства, 1920–2020 гг. Симферополь: Ариал, 2020. С. 238–242.

5. Лоцилов К.С. Восстановление популяции амурского тигра в Еврейской автономной области, проблемы и пути решения // Сохранение популяции амурского тигра: итоги, проблемы и перспективы: Междунар. науч.-практ. симп. Хабаровск: Правительство Хабаровского края, 2018. С. 114–120.
6. Лоцилов К.С. Заказник «Дичун» как перспективный полигон для реинтродукции амурского горала (*Nemorhaedus caudatus*) в северной части его исторического ареала // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 2. С. 35–37. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-35-37.
7. Стельмах Е.В. Ландшафтный анализ территории и организация природопользования Еврейской автономной области: автореф. дис. ... степени канд. геогр. наук. Хабаровск, 2005. 22 с.
8. Стельмах Е.В., Шведов В.Г., Шевцова Л.В. Обоснование организации плейстоценового туризма на территории Еврейской автономной области // Глобальный научный потенциал. 2014. № 6 (39). С. 106–111. EDN: SNRMPJ.
9. Фетисов Д.М., Ивакаев О.Ф., Юркин М.В., Лоцилов К.С. Туристское зонирование Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 4. С. 54–66. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-4-54-66.

REFERENCES:

1. Gurevich V.S. Ourist Attraction as a Factor for Economy Diversifying at the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 1, pp. 125–128. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-1-112-115.
2. Kalinin A.Yu. Optimization of the seismic research methodology in the South-East. Extended Abstract of Cand. Sci. (technical) Dissertation. Moscow, 2009. 22 p. (In Russ.).
3. Klimina E.M., Ostroukhov A.V., Fetisov D.M., Lonkina E.S. Analysis of Landscape Structure of the Bastak Nature Reserve for Organizing of Geosystem Monitoring. *Tikhookeanskaya geografiya*, 2024, no. 1 (17), pp. 46–57. (In Russ.). DOI: 10.35735/26870509_2024_17_4.
4. Lonkina E.S., Rubtsova T.A. Ecological tourism in the Bastak Nature Reserve: the current state, in *Aktual'nye problemy sovremennogo lesovodstva: vtorые mezhdunar. chteniya pamyati G.F. Morozova: k stoletiyu pamyati klassika russkogo*

- lesovodstva 1920–2020 gg.* (Actual problems of modern forestry: the second international readings in memory of G.F. Morozov: to the centenary of the memory of the classic of Russian forestry 1920-2020). Simferopol: Arial Publ., 2020, pp. 238–242. (In Russ.).
5. Loshchilov K.S. Restoration of the Amur tiger population in the Jewish Autonomous Region, problems and solutions, in *Sokhranenie populyatsii Amurskogo tigra: itogi, problemy i perspektivy: Mezhdunar. nauch.-prakt. simp.* (Conservation of the Amur Tiger population: results, problems and prospects: International Scientific and Practical Symposium). Khabarovsk: Government of the Khabarovsk Territory, 2018, pp. 114–120. (In Russ.).
 6. Loshchilov K.S. «Dichun» Nature Reserve as a Promising Polygon for the Reintroduction of the Amur Goral (*Nemorhaedus Caudatus*) in the Northern Part of its Historical Range. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 2, pp. 35–37. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-35-37.
 7. Stelmach E.V. Landscape analysis of the territory and organization of environmental management of the Jewish Autonomous Region. Extended Abstract of Cand. Sci. (geogr.) Dissertation. Khabarovsk, 2005. 22 p. (In Russ.).
 8. Stelmach E.V., Shvedov V.G., Shevtsova L.V. Justification of the Organization of Pleistocene Tourism on the Territory of the Jewish Autonomous Region. *Global'nyi nauchnyi potentsial*, 2014, no. 6 (39), pp. 106–111. (In Russ.). EDN: SNRMPJ.
 9. Fetisov D.M., Ivakaev O.F., Yurkin M.V., Loshchilov K.S. Tourist zoning of the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 4, pp. 54–66. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-4-54-66.

CURRENT STATE AND PROSPECTIVE DIRECTIONS FOR THE USE OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

D.V. Zhuchkov, E.V. Stelmakh

The project provides a brief overview of the current network of specially protected natural areas (SPNA) in the Jewish Autonomous region (JAR). The diversity of plant and animal species is emphasized. Particular attention is paid to the potential use of biological resources and territories for scientific, educational and recreational purposes. It is determined that the key factors for the development of recreational infrastructure within SPNA are the proximity to settlements and logistical accessibility, as well as the presence of well-maintained ecological trails and well-designed excursion routes, which form the regional modern tourism network. It is highlighted that tourism concepts and potential directions for the regional biodiversity integrated use are currently being developed in the JAR.

Keywords: *specially protected natural areas, nature reserve, nature park, arboretum park, biodiversity, biodiversity conservation, recreation, Jewish Autonomous region.*

Reference: Zhuchkov D.V., Stelmakh E.V. Current state and prospective directions for the use of specially protected natural areas in the Jewish Autonomous region. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 112–117. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-112-117.

Поступила в редакцию 14.03.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 502.4:502.171(571.62)

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРИРОДНОМ ПАРКЕ «ПИТОМНИК ИМ. ЛУКАШОВА»

К.В. Ионкин, И.Д. Дебелая, Г.Ю. Морозова, Е.М. Климина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,

ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 68000,

e-mail: ionkin.1983@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3137-9752>;

e-mail: debelaya@rambler, <https://orcid.org/0000-0002-0191-2306>;

e-mail: morozova-ivep@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1183-3430>;

e-mail: kliminaem@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0442-484X>

Рассмотрены вопросы рационального использования биологических ресурсов ООПТ – природного парка «Питомник им. Лукашова», расположенного в г. Хабаровске. После инвентаризации зеленых насаждений парка предложены оптимизационные мероприятия, направленные на сохранение и восстановление ООПТ.

Ключевые слова: природный парк, биоразнообразие, древесно-кустарниковые породы, урбанизированная среда, рациональное природопользование.

Образец цитирования: Ионкин К.В., Дебелая И.Д., Морозова Г.Ю., Климина Е.М. Оптимизационные мероприятия для рационального природопользования в природном парке «Питомник им. Лукашова» // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 118–122. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-118-122.

Современный городской ландшафт имеет сложную структуру, причем в каждом городе акценты его восприятия различны, хотя и объединены общими категориями: географические (природные) объекты, архитектурные памятники и сооружения, топонимические системы, городская символика и символические объекты, восприятие городской среды. Для административного центра Хабаровского края основой планировочных решений является р. Амур, ставшая символом, вокруг которого сформировались «знаковые» места: мост через р. Амур, Амурский утес, набережная с большой парковой зоной. Эти объекты, устоявшиеся и известные хабаровчанам, притягивают внимание жителей и гостей города. Однако территория современного Хабаровска увеличивается и расширяется, удаляясь от реки. Для людей, живущих в урбанизированной среде, все большей необходимостью является возможность общения

с природой и удовлетворение рекреационно-просветительских потребностей в своем районе. Такими «центрами притяжения» могут и должны стать парки. Особенность парковых зон состоит в том, что в них реализуется идея единства природы, человека, его ценностей; они являются пространством особой городской культуры [2]. В связи с этим появляется необходимость усилить роль и по-новому взглянуть на рациональное использование парков, расположенных в разных районах города.

К числу таких объектов относится формирующийся природный парк «Питомник им. Лукашова». В границах ООПТ краевого значения памятника природы «Питомник им. Лукашова» в 2020 г. был организован природный парк регионального значения общей площадью 163,943 га для сохранения, изучения и обогащения коллекции плодово-ягодных растений, имеющих боль-

шое научное, селекционное, хозяйственное значение [5, 6]. Крупная озелененная территория имеет большое экосистемное значение и позволит в будущем развивать экологический туризм, рекреацию и способствовать экологическому просвещению населения.

Разработка оптимизационных мероприятий проведена на основе инвентаризации зелёных насаждений природного парка «Питомник им. Лукашова» и выполнена в соответствии с методикой [4, 7, 8] на площади 163,943 га. Для учета использовались геодезические материалы, планы, чертежи топографической съёмки и карты различного масштабного ряда. В работе применялись методы таксации зелёных насаждений с привлечением материалов дистанционного зондирования Земли [1].

В результате инвентаризации 2024 г. выявлено сокращение площади фруктовых садов с 82,6 до 50,96 га за счет активного процесса лесовосстановления в лесополосах и остаточных насаждений грушевых, яблоневых и абрикосовых посадок. Заброшенность территории обусловила увеличение площади вторичных лесов в 1,6 раза. Длительное отсутствие хозяйственной деятельности в бывшем плодпитомнике привело к тому, что все пашни, зарегистрированные в 1993 г., перешли в категорию луговой и лугово-кустарниковой растительности с редким древостоем. Плантационные посадки ягодных кустарников сократились в три

раза, в природном парке происходит процесс олуговения с постепенным зарастанием древесными породами.

Для получения объективной информации, необходимой для принятия оперативных и стратегических решений по развитию территории природного парка, необходимо проведение периодической инвентаризация и систематические наблюдения за состоянием природных комплексов. Инвентаризация зелёных насаждений природного парка «Питомник им. Лукашова» показала, что растительностью занято 144,857 га (88,4% от общей площади природного парка), из них: под деревьями – 9,986 га, под кустарниками – 8,079 га, травяной растительностью – 126,791 га (луговые и рудерализированные растительные сообщества). Площадь участков, не покрытых растительностью, составляет 7,534 га, а площадь сбойных (вытоптаных) территорий в природном парке равна 0,144 га. Видовой состав деревьев и кустарников природного парка богатый и включает 68 видов растений.

Для рационального использования природных ресурсов природного парка «Питомник им. Лукашова» рекомендованы оптимизационные мероприятия [3], направленные на сохранение и восстановление ООПТ (табл.).

ООПТ краевого значения – природный парк «Питомник им. Лукашова» – крупная мно-

Оптимизационные мероприятия по уходу за экосистемами ООПТ краевого значения «Природный парк «Питомник им. Лукашова» в разных функциональных зонах

Таблица

Optimization measures to care the ecosystems of the regional protected area – the Nursery nature park named after Lukashov, in different functional zones

Table

Оптимизационные мероприятия	Функциональные зоны природного парка		
	Природо-охранная	Рекреационная	Хозяйственного назначения
Организационно-управленческие			
Формирование экологического каркаса территории	+	+	+
Применение эффективных управленческих решений, регулирующих рекреационный поток	+	+	+
Организация информационного центра и тематических экспозиций	+	+	+
Организация системы сбора мусора, ликвидация свалок	+	+	+
Очистка водоемов и поймы	+	+	–
Создание селекционного центра для развития дальневосточного плодводства	+	+	+
Охрана территории природного парка	+	+	+

Оптимизационные мероприятия	Функциональные зоны природного парка		
	Природо-охранная	Рекреационная	Хозяйственного назначения
Архитектурно-планировочные			
Благоустройство береговых зон	+	+	–
Устройство прогулочных трасс (пешеходной, велосипедной, конной, лыжной и др.)	+	+	–
Организация смотровых площадок, видовых точек, пикниковых участков и фотозон	+	+	–
Устройство переходов через ручьи (мостики) и заболоченные участки (настилы)	+	+	+
Экономические			
Финансирование, обеспечивающее уход за зелеными насаждениями природного парка и работу штатных сотрудников (садовники, лесопатологи, дендрологи, экскурсоводы)	+	+	+
Привлечение частных инвестиций	+	+	+
Инженерно-организационные			
Восстановление мелиоративной сети природного парка и уход	+	+	+
Строительство общественных туалетов	+	+	+
Ремонт дорожно-тропиночной сети природного парка	+	+	+
Ликвидация дорог и троп, закрытых для использования	+	+	+
Природоохранные и природовосстановительные			
Лесозащитные мероприятия	+	+	+
Организация противопожарных мероприятий	+	+	+
Рубки ухода, формирование опушек	+	+	–
Санитарные рубки	+	+	+
Иные виды рубок	+	+	+
Содействие естественному возобновлению леса	+	+	–
Обогащение породного состава парка	–	+	–
Уход за насаждениями	+	+	+
Охрана растений и животных, внесенных в Красную книгу	+	+	–
Сохранение и реконструкция защитных лесополос	+	+	–
Подсадка (замена) сортовых фруктовых деревьев и кустарников	+	+	–
Сенокосение для регулирования развития трав на лугах и борьбы с агрессивными инвазионными растениями (<i>Solidago canadensis</i> , <i>Hordeum jubatum</i> и др.)	+	+	+
Образовательные и воспитательные			
Возрождение традиций дальневосточного садоводства и разведения кустарниковых ягодных культур	+	+	–
Проведение спортивных мероприятий и образовательных занятий	–	+	–
Проведение ботанических экскурсий	+	+	–
Отдых и организация фестивалей	–	+	–
Поддержка волонтерского движения	+	+	+

Примечание: + рекомендовано, – отсутствие рекомендаций

гофункциональная территория, расположенная в черте г. Хабаровска. Инвентаризация природных экосистем питомника показала, что рациональное использование этой крупной городской природоохранной территории должно включать целый комплекс оптимизационных мероприятий: организационно-управленческие, архитектурно-планировочные, экономические, инженерно-организационные, природоохранные и природовосстановительные, образовательные и воспитательные. Только в этом случае данный парк может стать как любимым местом отдыха горожан, так и важным природоохранным и просветительским центром города.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Артемьев О.С. Методические основы таксации городских насаждений с применением материалов дистанционных съемок: дисс. ... д-ра с.-х. наук. Красноярск, 2004. 441 с.
2. Gefner O.V. Парки культуры и отдыха как часть культурного ландшафта современного Новосибирска // Культурные ландшафты сибирского города: проблемы теории и практики. М.: Институт Наследия, 2019. С. 26–33.
3. Дебелая И.Д. Рациональное природопользование. Хабаровск: ТОГУ, 2012. 142 с.
4. Методика инвентаризации городских зеленых насаждений / Минстрой России. Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова. М., 1997.
5. Морозова Г.Ю. Особо охраняемые природные территории города Хабаровска / Г.Ю. Морозова, И.Д. Дебелая, И.Г. Дубянская. Хабаровск: Хабаровские вести, 2021. 168 с.
6. Об изменении категории особо охраняемой природной территории краевого значения. Постановление правительства Хабаровского края от 24 августа 2020 года № 352-пр // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/465373436> (дата обращения: 24.02.2025).
7. Об утверждении Правил создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах Российской Федерации. Приказ Госстроя РФ от 15.12.1999 № 153 // КонтурНорматив. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=49758> (дата обращения: 23.02.2025).
8. Правила благоустройства городского округа «Город Хабаровск», утвержденные решением Хабаровской городской думы от 17 октября 2017 г. № 677 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/465347221> (дата обращения: 21.02.2025).

и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/465347221> (дата обращения: 21.02.2025).

REFERENCES:

1. Artemyev O.S. Methodological foundations of taxation of urban plantings using remote sensing materials. Dissertation of cand. Sci. (agricultural). Krasnoyarsk, 2004. 441 p. (In Russ.).
2. Gefner O.V. Parks of culture and recreation as part of the cultural landscape of modern Novosibirsk, in *Kul'turnye landshafty sibirskogo goroda: problemy teorii i praktiki* (Cultural landscapes of the Siberian city: problems of theory and practice). Moscow: Institute of Heritage, 2019, pp. 26–33. (In Russ.).
3. Debelaya I.D. *Ratsional'noe prirodopol'zovanie* (Rational nature management). Khabarovsk: PNU, 2012, 142 p. (In Russ.).
4. *Metodika inventarizatsii gorodskikh zelenykh nasazhdenii. Ministroi Rossii. Akademiya kommunal'nogo khozyaistva im. K.D. Pamfilova* (Methods of inventory of urban green spaces. The Ministry of Construction of Russia. K.D. Pamfilov Academy of Public Utilities). Moscow, 1997. (In Russ.).
5. Morozova G.Y. *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii goroda Khabarovska* (Specially protected natural territories of Khabarovsk), G.Y. Morozova, I.D. Debelaya, I.G. Dubyanskaya. Khabarovsk: Khabarovskie vesti Publ., 2021. 168 p. (In Russ.).
6. On changing the category of a specially protected natural area of regional significance. Resolution of the Government of the Khabarovsk Territory dated August 24, 2020 no. 352-pr. *Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/465373436> (accessed: 24.02.2025). (In Russ.).
7. On approval of the Rules for the creation, protection and maintenance of green spaces in the cities of the Russian Federation. Gosstroy RF Order no. 153 dated 15.12.1999. *KonturNormativ*. Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=49758> (accessed: 23.02.2025). (In Russ.).
8. *Pravila blagoustroystva gorodskogo okruga «Gorod Khabarovsk», utverzhdennye resheniem Khabarovskoi gorodskoi dumy ot 17 oktyabrya 2017 g. no. 677. Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/465347221> (accessed: 21.02.2025). (In Russ.).

MEASURES TO OPTIMIZE RATIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE LUKASHOV NURSERY NATURE PARK

K.V. Ionkin, I.D. Debelaya, G.Yu. Morozova, E.M. Klimina

The author considers the issues of rational use of biological resources in the protected area of Lukashov Nursery Nature Park, located in Khabarovsk. After the inventory of the park green space, it is proposed to optimize the measures aimed at preserving and restoring the protected area.

Keywords: *natural park, biodiversity, tree and shrub species, urbanized environment, rational use of natural resources.*

Reference: Ionkin K.V., Debelaya I.D., Morozova G.Yu., Klimina E.M. Measures to optimize rational nature management in the Lukashov Nursery Nature Park. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 118–122. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-118-122.

Поступила в редакцию 27.02.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 91:502.743(571.621)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА В РАЙОНЕ ХИНГАНСКОГО УЩЕЛЬЯ

Ю.А. Дарман¹, А.С. Терехов², Д.С. Титов³, Д.М. Фетисов⁴

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
ул. Радио 7, г. Владивосток, 690041,

e-mail: ydarman@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0005-1247-1189>;

²Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды,
36 км МКАД, двлд. 1, стр. 4, г. Москва, 117628,

e-mail: terexov75@mail.ru;

³Приамурское межрегиональное управление Росприроднадзора,
ул. Л. Толстого 8, г. Хабаровск, 680000,

e-mail: ds.titov@list.ru;

⁴Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,

e-mail: dmf.mail@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9613-8690>

Описываются история и проблемы создания ООПТ федерального значения в районе уникального ландшафтного образования – Хинганского ущелья на р. Амур. По результатам подготовленного в 2022 г. нового обоснования предлагается компромиссный вариант территории из двух кластеров на базе областных заказников «Дичун» и «Журавлиный» общей площадью 160 тыс. га. При этом из границ национального парка исключены все значимые конфликты с недропользователями и лесорубами.

Ключевые слова: ООПТ, Помпеевка, Еврейская автономная область, амурский тигр, Тайпингоу.

Образец цитирования: Дарман Ю.А., Терехов А.С., Титов Д.С., Фетисов Д.М. Проектирование национального парка в районе Хинганского ущелья // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 123–127. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-123-127.

Хинганское ущелье представляет собой уникальный природный комплекс с наивысшими показателями биоразнообразия для Среднего Амура и огромным потенциалом для развития рекреации и международного экологического туризма. Еще в середине 1990-х годов эта территория предлагалась под национальный парк [5]. В 2005–2008 гг. было проведено проектирование кластера заповедника «Бастак» площадью 54 951 га [2, 4]. Проект прошел все необходимые согласования, общественные слушания и получил положительное заключение государственной экологической

экспертизы на федеральном уровне (приказ Росприроднадзора № 170 от 10.04.2008), но окончательное решение Минприроды России так и не приняло.

По согласованию с правительством ЕАО создание федеральной ООПТ в бассейне р. Помпеевки было включено в «План мероприятий по реализации Концепции развития особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 г.» со сроком исполнения в 2013 г. (распоряжение Правительства РФ № 2322-р от 22.12.2011, п.1.3.9). А в связи с потенциалом

по восстановлению группировки амурского тигра создание здесь ООПТ было предусмотрено «Планом действий по выполнению Стратегии сохранения амурского тигра в России» со сроком реализации в 2012 г. (распоряжение Минприроды России № 25-р от 02.07.2010, п.3.1.2 и 3.1.13) и «Планом мероприятий по реализации Стратегии сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов в Российской Федерации на период до 2030 года» (распоряжение Минприроды России № 33-р от 01.12.2014, п. 22) со сроком реализации в 2017 г.

Учитывая важность этой территории для развития экологического туризма и в соответствии с «Российско-китайской Стратегией создания трансграничной сети особо охраняемых природных территорий бассейна реки Амур» (утверждена 2 июня 2011 г. протоколом между министром природных ресурсов и экологии РФ и министром охраны окружающей среды КНР, Приложение 4, задача 8), было принято решение, что оптимальной формой ООПТ должен стать национальный парк с зонированием, учитывающим не только сохранение биоразнообразия и природных комплексов, но и социально-экономическое развитие приграничных территорий.

Поэтому 28.01.2013 г. на рабочем совещании у вице-губернатора ЕАО В.И. Ощановского был поддержан проект по созданию национального парка «Помпеевский» площадью 97 251 га. Обосновывающие материалы были направлены губернатором ЕАО А.А. Винниковым (№ 08-10/667 от 07.02.2014) в Минприроды России с просьбой поддержать инициативу правительства ЕАО по созданию федеральной ООПТ, чтобы использовать уникальный природный ландшафт Хинганского ущелья р. Амур для развития экотуризма. Но управление лесами ЕАО все эти годы блокировало создание федеральной ООПТ на Помпеевке, ссылаясь на острую необходимость обеспечения дровами местного населения, хотя ни одного кубометра дров там заготовлено не было [1].

В то же время с 2013 г. успешно осуществляется программа по реинтродукции амурского тигра на левобережье Амура, поддержанная правительством ЕАО, АНО «Центр Амурский тигр» и лично президентом РФ В.В. Путиным. В результате в Помпеевском экологическом районе сформировалась устойчивая размножающаяся группировка, состоящая минимум из 20 тигров [3]. Подтвердилось на практике значение этой территории для восстановления биоразнообразия, и встала еще острее необходимость расширения

сети ООПТ на Малом Хингане. Благодаря инициативе К.А. Чуйченко вопрос о создании национального парка был актуализирован и по письму министра юстиции РФ № 05/149673-КЧ от 16.12.2021 получено прямое поручение В.В. Путина.

Во исполнение этого поручения в рамках договора ФГБУ ВНИИ «Экология» и БФ «Биосфера» разработано комплексное экологическое обоснование с привлечением большого коллектива экспертов, уже много лет работавших по данному вопросу. Были использованы литературные и фондовые материалы ИКАРП ДВО РАН, Амурского филиала Всемирного фонда природы¹ и государственного природного заповедника «Бастак», данные полевых исследований последних лет по характеристике природных условий и природоохранной ценности территории, по использованию природных ресурсов и специфике развития туризма на приграничных территориях. АНО «Центр амурский тигр» и МРОО «Центр реабилитации тигров и других редких животных» предоставили материалы по программе реинтродукции тигров.

Проектировщики предложили в оптимальном варианте (площадью 216 тыс. га) в границы национального парка включить полностью территорию заказника «Дичун» с правобережьем р. Дичун, бассейн р. Помпеевки (за исключением Савкинского месторождения бруситов) и земли лесного фонда заказника «Журавлиный». При этом северная граница прошла бы по старой «царской» дороге вдоль кл. Ашикан и Каты (рис. 1).

Но при этом варианте возникла спорная ситуация с договорами лесной аренды и лицензиями на разведку россыпного золота, выданными в 2020–2021 гг. После консультаций с аппаратом губернатора ЕАО и департаментом по недропользованию по ДФО признано необходимым исключить из границ ООПТ бассейн среднего и верхнего течения р. Помпеевки. В этом варианте национальный парк может быть создан в виде двух кластерных участков: территории областного заказника «Дичун», включая левобережье Амура до устья р. Туловчихи (94 517 га), и заказника «Журавлиный» (69 061 га) с незначительным расширением территории за счет включения поймы р. Луговой. Общая площадь национального парка по сравнению с первоначальным вариантом уменьшилась до 159917 га (рис. 2).

При этом под охрану попадают все типы экосистем от Приамурских равнин до елово-пихтовых лесов среднегорья Помпеевского хребта (до 819 м н.у.м.). Эталонным ядром становится пол-

1 Признан Минюстом РФ иноагентом

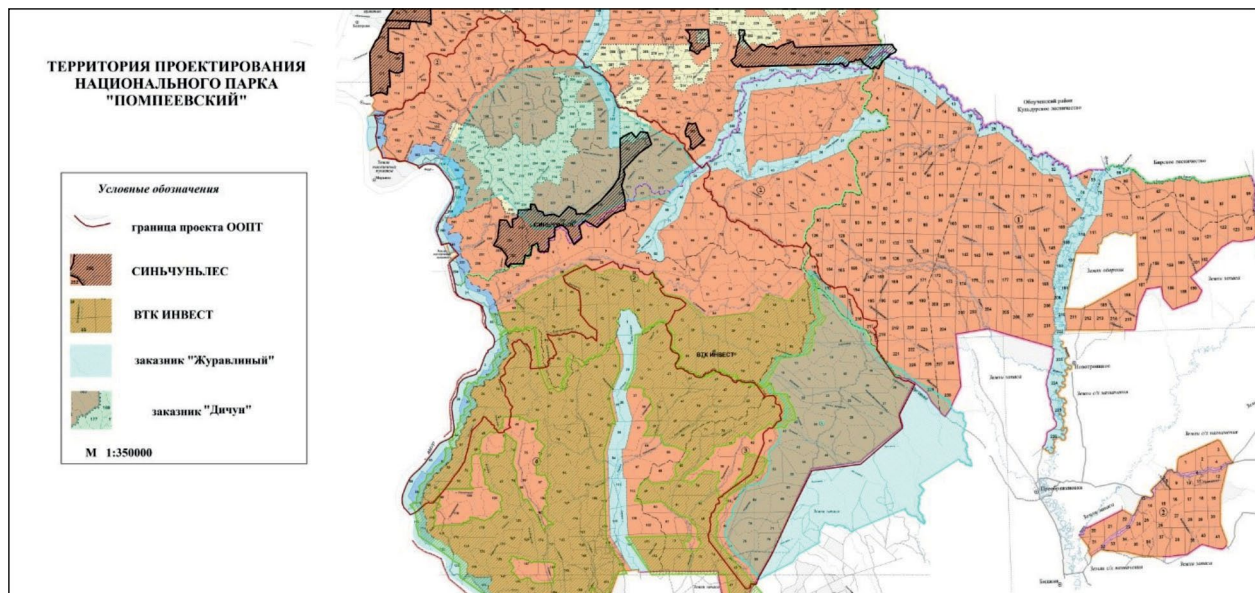


Рис. 1. Оптимальный вариант проектируемого национального парка (215 700 га)

Fig. 1. The optimal variant of the projected national park (215,700 ha)

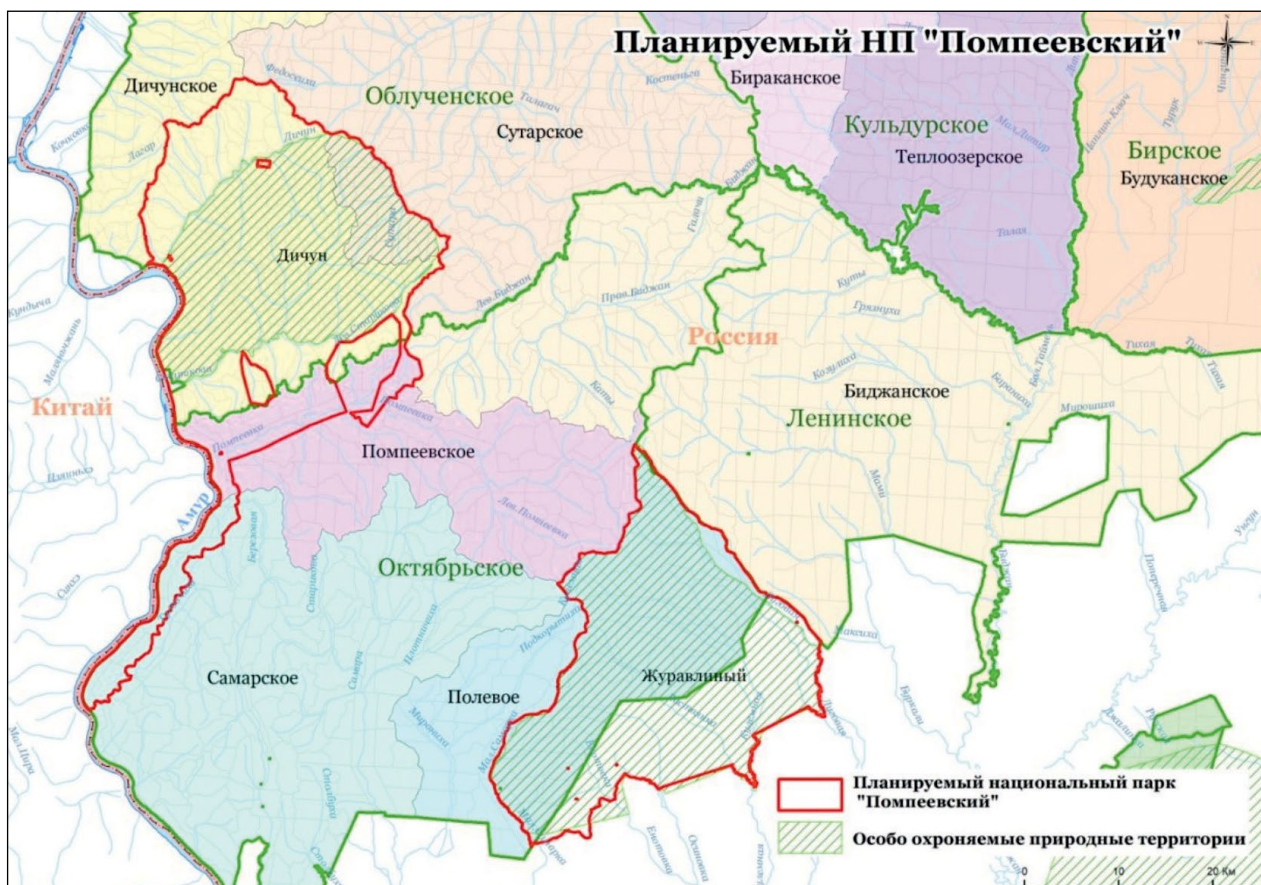


Рис. 2. Компромиссный вариант проектируемого национального парка (159 917 га)

Fig. 2. Compromise version of the projected national park (159,917 ha)

ностью включенный в границы ООПТ бассейн р. Дичун с его элитными кедровниками. Более 57 км граница национального парка проходит по берегу р. Амур, позволяя полностью использовать туристический потенциал Хинганского ущелья. На протяжении 30 км она примыкает к китайскому резервату «Тайпингоу», что обеспечивает экологический коридор для расселения зверей на сопредельные территории КНР и формирования единой Малохинганской популяции амурского тигра. В данной конфигурации границ из национального парка были исключены месторождения брусита и графита, эксплуатируемые месторождения россыпного золота, пасеки и пограничные заставы. К сожалению, последние участки лесов в среднем течении р. Помпеевки уже были сданы в аренду ООО «ВТК ИНВЕСТ» для лесозаготовок, поэтому пришлось признать невозможность их сохранения. В отличие от нее, ООО «Синьчуньлес», получившее в рамках договора от 12.09.2011 г. лесные участки в аренду на левобережье р. Старикова (13 275 га), за 11 лет так и не приступило к освоению. Срок освоения заканчивается в 2026 г, поэтому предлагалось исключить из договора 17% общей площади арендных участков. В национальный парк не вошла реконструируемая дорога из п. Биракан к Савкинскому месторождению брусита, обеспечивающая вывоз руды и древесины. Эта дорога будет иметь важное значение и для деятельности национального парка, включая развитие туризма.

Таким образом, в новых границах мы постарались устранить практически все значимые конфликты с недропользованием и лесопользованием. Площадь проектируемого национального парка пришлось уменьшить на 25% – с 216 тыс. га до 160 тыс. га, при этом более 70% составляют территории областных заказников «Дичун» (49 тыс. га) и «Журавлиный» (67 тыс. га). По сути предлагается повышение их статуса до федерального уровня на основе уже имеющихся ограничений с учетом будущего зонирования национального парка. Тем не менее, даже в таком варианте губернатор ЕАО Р.Э. Гольдштейн отверг предложения природоохранных организаций. Вместо этого за прошедшие два года под вырубку сдан бассейн верхнего течения р. Помпеевки, а даже небольшие проявления золотоносности отданы в краткосрочную аренду под промывку старательским артелям.

В эти годы на китайской стороне введен полный запрет на артельную добычу россыпного золота и создан музей золотоискателей. Устаревшие драги перешли теперь на российскую часть,

и выданы новые лицензии на «уничтожение» последних долин рек и ключей Помпеевского экологического района. В КНР полоса вдоль Амура объявлена «ключевым участком для биоразнообразия Малый Хинган» и вошла в «национальную зону по защите экосистемных функций». Вместо рубок леса здесь создали национальный резерват «Тайпингоу», ставший одним из самых привлекательных мест для туристов. В 2016 г. за счет продажи маршрутов «Хинганского ущелья» оборот от туристической отрасли уезда Лобей составил 180 млн. юаней. Для привлечения туристов созданы музей динозавров, мемориальные комплексы на основе казачьей и еврейской культуры. Посещение этих объектов идет не только с обзорных площадок, но и «с воды» при спуске по Амуру на прогулочных катерах.

Создание в ЕАО национального парка непосредственно напротив национального резервата «Тайпингоу» создает предпосылки для широкомасштабного международного сотрудничества и провозглашения российско-китайского трансграничного природоохранного резервата в Хинганском ущелье Амура (ущелье Черного дракона в китайском варианте). Такой объект будет достоин в будущем включения в Список всемирного природного наследия ЮНЕСКО, а значит, станет туристическим объектом класса АААА (максимально привлекательным для туристов КНР). Восстановление Малохинганской популяции амурского тигра за счет реабилитированных особей не имеет аналогов в мире и получило общее признание как уникальный успех России. КНР крайне заинтересована в расселении тигров через Амур на китайскую часть Малого Хингана.

Предложенная нами схема зонирования национального парка позволяет сочетать сохранение биоразнообразия и щадящее природопользование. Кедровники Дичуна обеспечивают элитную семенную базу кедр корейского для всего юга Дальнего Востока. Создание федеральной ООПТ усилит охрану этих уникальных лесов за счет госбюджета, позволяя в то же время развивать в специально выделенных зонах лесосеменное дело и сбор кедровых орехов местному населению для собственных нужд. Но процесс создания федеральной ООПТ в Хинганском ущелье в очередной раз зашел в тупик, и требуется политическая воля для принятия окончательного решения о его организации и оптимальных границах и зонировании. Промедление с налаживанием охраны приведет в ближайшем будущем к полной потере этого уникального природного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Горобейко В.В., Дарман Ю.А., Осипов П.Е. Проблема сохранения экосистем Хинганского ущелья // Сохранение популяции амурского тигра: итоги, проблемы и перспективы: международный научно-практический симпозиум. Хабаровск, 2018. С. 27–34.
2. Калинин А.Ю. Оптимизация сети особо охраняемых природных территорий Еврейской автономной области: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2009. 23 с.
3. Рожнов В.В., Найденко С.В., Эрнандес-Бланко Х.А., Чистополова М.Д., Сорокин П.А. и др. Восстановление популяции амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) на северо-западе ареала // Зоологический журнал. 2021. Т. 100, № 1. С. 79–103.
4. Ростова С.А., Фетисов Д.М. Целесообразность создания особо охраняемой природной территории в бассейне реки Помпеевки (Еврейская АО) // Материалы научно-практической конференции, посвященной 10-летию заповедника «Бастак». Биробиджан: Заповедник Бастак, 2005. С. 223–225.
5. Сухомлинов Н.Р. Система особо охраняемых природных территорий в ЕАО: быть или не быть? // Вестник ДВО РАН. 1997. № 2. С. 99–105.
1. Gorobeyko V.V., Darman Yu.A., Osipov P.E. The problem of ecosystem conservation in the Khingan Gorge, in *Sokhranenie populyatsii amurskogo tigra: itogi, problemy i perspektivy: mezhdunarodnyi nauchno-prakticheskii simpozium* (Conservation of the Amur tiger population: results, problems and prospects: international scientific and practical symposium). Khabarovsk, 2018. pp. 27–34. (In Russ.).
2. Kalinin A. Yu. Optimization of the network of specially protected natural territories of the Jewish Autonomous Region. Extended Abstract of Cand. Sci. (biol.) Dissertation. Vladivostok, 2009. 23 p. (In Russ.).
3. Rozhnov V.V., Najdenko S.V., Ernandes-Blanko H.A., Chistopolova M.D., Sorokin P.A. et al. Restoration of the Amur Tiger (*Panthera tigris altaica*) population in the Northwest of its distribution area. *Zoologicheskii zhurnal*, 2021, vol. 100, no. 1, pp. 79–103. (In Russ.).
4. Rostova S.A., Fetisov D.M. The expediency of creating a specially protected natural area in the basin of the Pompeevka River (Jewish Autonomous Region), in *Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 10-letiyu zapovednika «Bastak»* (Materials of the scientific and practical conference dedicated to the 10th anniversary of the Bastak Nature Reserve). Birobidzhan: Bastak Nature Reserve, 2005, pp.223–225. (In Russ.).
5. Sukhomlinov N.R. The system of specially protected natural territories in the EAO: to be or not to be? *Vestnik DVO RAN*, 1997, no. 2, pp. 99–105. (In Russ.).

REFERENCES:

DESIGNING A NATIONAL PARK IN THE KHINGAN GORGE AREA

Yu.A. Darman, A.S. Terekhov, D.S. Titov, D.M. Fetisov

The article describes the history and problems in the creation of federal protected area at the unique landscape formation – the Khingan Gorge on the Amur River. According to the results of the new justification, prepared in 2022, it is proposed the two clusters compromise option, on base of the regional reserves of Dichun and Zhuravliny, with a total area of 160 thousand hectares. At this, there will be no reason for conflicts with miners and loggers, as their activity area is excluded from the national park borders.

Keywords: protected area, Jewish Autonomous region, Pompeevka, Amur tiger, Taipingou.

Reference: Darman Yu.A., Terekhov A.S., Titov D.S., Fetisov D.M. Designing a national park in the Khingan Gorge Area. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 123–127. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-123-127.

Поступила в редакцию 23.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 582.475:581.54(571.62)

СВЯЗЬ NDVI СОСНОВЫХ ЛЕСОВ С ТЕМПЕРАТУРОЙ И ОСАДКАМИ В НИЖНЕМ ПРИАМУРЬЕ

П.С. Ван^{1,2}, Л.С. Шарая³

¹Объединенная дирекция государственных природных заповедников и национальных парков Хабаровского края «Заповедное Приамурье», ул. Серышева 60, г. Хабаровск, 680000;

²Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016, e-mail: vanpolina8710@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7588-7003>;

³ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, ул. Прянишникова, 31А, г. Москва, 127434, e-mail: l_sharaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3073-8148>

Исследуются линейные связи между вегетационным индексом NDVI сосновых лесов, климатическими характеристиками и географическими направлениями в Нижнем Приамурье. Выявлено, что NDVI сосновых лесов отрицательно связан с суммами осадков холодного периода ($rs=-0,49$), положительно – со среднегодовой температурой ($rs=0,43$) и температурой теплого периода ($rs=0,52$). В направлении на юго-запад и на юг NDVI сосняков возрастает ($rs=0,51$), что совпадает со снижением количества осадков в холодный период. В направлении на север NDVI снижается ($rs=-0,44$) при общем тренде климатического похолодания.

Ключевые слова: NDVI, сосновые леса, температура, осадки, Нижнее Приамурье.

Образец цитирования: Ван П.С., Шарая Л.С. Связь NDVI сосновых лесов с температурой и осадками в Нижнем Приамурье // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 128–132. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-128-132.

В последние десятилетия наблюдается общемировая тенденция изменения климата [3]. Леса, приспосабливаясь к новым климатическим условиям, постепенно меняют свои границы [7]. В связи с этим важно выявить количественные связи между различными типами леса и климатическими факторами. Это в свою очередь позволит спрогнозировать их реакцию на изменение условий окружающей среды. Сосновые леса в Нижнем Приамурье находятся на границе своего ареала, и предполагается, что они наиболее чувствительны к изменениям климатических характеристик. Цель настоящей работы – выявить связи между показателями вегетационного индекса NDVI сосновых лесов, температурой воздуха и количеством осадков в Нижнем Приамурье.

Нижнеамурская область является составной частью Амурско-Приморской физико-географической страны. Она ограничена с севера Охотским морем, с юга – руслом реки Амур, с востока – Сахалинским заливом и Амурским лиманом, с запада – Буреинским нагорьем [5]. В исследуемую территорию включен небольшой участок северного Сихотэ-Алиня, так как здесь находятся водосборные склоны реки Амур, где также формируется климат Нижнего Приамурья. Последний представляет собой северный вариант муссонного климата [5], на формирование которого сильное влияние оказывает холодное Охотское море. Рельеф территории низко- и среднегорно-долинный с межгорными депрессиями. Лесная растительность покрывает 50% территории. Лиственный леса

наиболее распространены в Нижнем Приамурье. Вторыми по занимаемой площади являются елово-пихтовые леса. В регионе под лесными сообществами развиваются почвы буроземного типа.

Сосновые леса, сложенные сосной обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), в Нижнем Приамурье встречаются редко и в небольшом количестве, занимая менее 0,5% лесопокрытой площади региона. Здесь они приближаются к восточной границе своего распространения, которая, по мнению

Б.П. Колесникова [4], проходит по водораздельной линии хребтов Малого Хингана – Буреинский – Джугджурский. Основной ареал сосновых лесов в регионе сосредоточен в его юго-западной части, где они занимают небольшие высоты (100–150 м) и отличаются высокими показателями NDVI (рис. 1), отражающими их продуктивность [1].

С помощью спутниковой системы Terra-MODIS и с использованием технологий, разработанных в Институте космических исследований

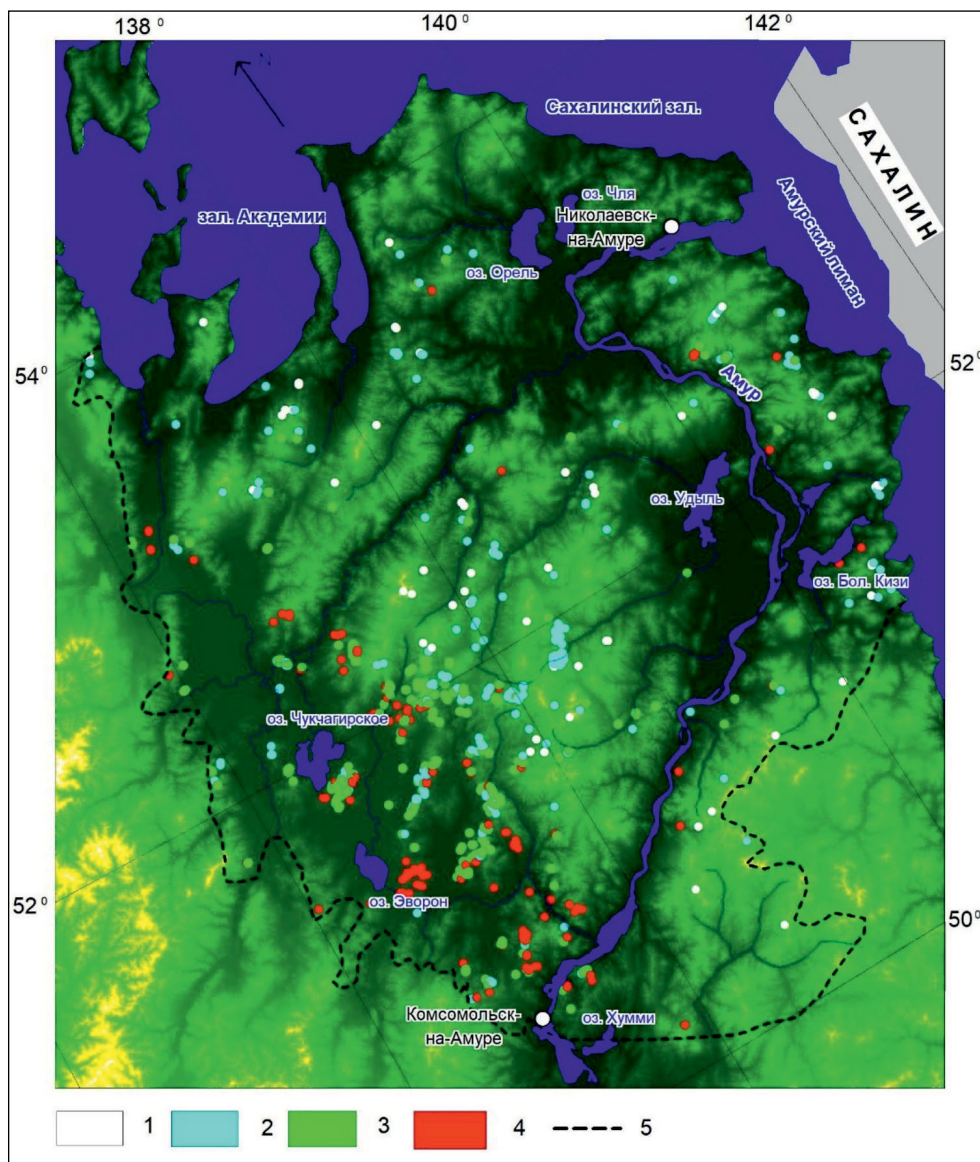


Рис. 1. Карта NDVI сосновых лесов Нижнего Приамурья. Масштаб 1: 3 000 000. Значения NDVI: 1 – 0,54–0,704, 2 – 0,704–0,759, 3 – 0,759–0,8, 4 – 0,8–0,874; 5 – граница Нижнего Приамурья

Fig. 1. NDVI map of pine forests at the Lower Amur River region. Scale 1: 3,000,000. NDVI values: 1 – 0.54–0.704, 2 – 0.704–0.759, 3 – 0.759–0.8, 4 – 0.8–0.874; 5 – The Lower Amur River region border

РАН (ИКИ РАН), из цифровой карты-матрицы растительного покрова России [6] получены данные о местопроизрастании сосновых лесов на территории Нижнего Приамурья. Рассматриваются лесные сообщества, в пологе которых не менее 80% площади крон занимает сосна обыкновенная. Цифровые точечные данные по NDVI для сосновых лесов сформированы из данных спутникового прибора SPOT-Vegetation, обработанных в ИКИ РАН и представленных в виде матрицы значений NDVI. С помощью базы данных о климате WorldClim [9] и цифровой модели рельефа SRTM [8] в Аналитической программе Гис-Эко [10] рассчитаны матрицы среднегодовых климатических показателей: температура воздуха и сумма осадков за год, в холодный и теплый периоды года (холодный период длится с октября по апрель, теплый – с мая по сентябрь). В этой же программе произведен расчет линейных связей между показателями NDVI сосновых лесов, климатическими характеристиками и географическими направлениями.

На первом этапе проведен поиск связей между климатическими характеристиками Нижнего Приамурья и показателями NDVI сосновых лесов. В результате выяснили, что годовые значения температуры и суммы осадков имеют значимые связи с NDVI. Так, при потеплении ($r_s=0,38$) и увеличении аридности ($r_s=-0,43$) NDVI сосновых лесов возрастает (рис. 2а). Кроме того, определили, что значения NDVI связаны отрицательно с суммой осадков холодного периода ($r_s=-0,49$) – чем боль-

ше осадков, тем ниже NDVI, и положительно с температурой теплого периода ($r_s=0,52$) – чем выше температура, тем больше NDVI. При этом наиболее сильные связи с осадками выявлены в ноябре и декабре ($r_s=-0,52$ и $-0,5$ соответственно), а с температурой – с апреля по июль ($r_s \approx 0,52$).

На втором этапе рассматривали, как NDVI сосновых лесов связан с географическими направлениями на исследуемой территории. В итоге определили, что больше всего продуктивность сосновых лесов снижается в направлениях на северо-восток ($r_s=-0,51$) и на север ($r_s=-0,44$) (рис. 2б). Соответственно в направлениях на юго-запад и на юг NDVI лесов возрастает. Для направления на восток характерно слабое снижение показателей NDVI ($r_s=-0,24$), на юго-восток – незначительный рост ($r_s=0,14$).

Увеличение значений NDVI сосновых лесов при движении с северо-востока региона на юго-запад совпадает с аридным трендом в холодный период и трендом потепления в теплый период года ($r_s=-0,66$ и $0,37$ соответственно); с севера на юг – со слабым трендом потепления ($r_s=0,31$) [2].

Таким образом, юго-западная часть Нижнего Приамурья, где сосредоточен основной ареал сосняков региона с высокими показателями NDVI (0,7–0,87) (рис. 1), отвечает наилучшим климатическим условиям для их произрастания. Здесь выпадает наименьшее количество осадков в холодный период, а в теплый период года температура воздуха достигает максимальных значе-

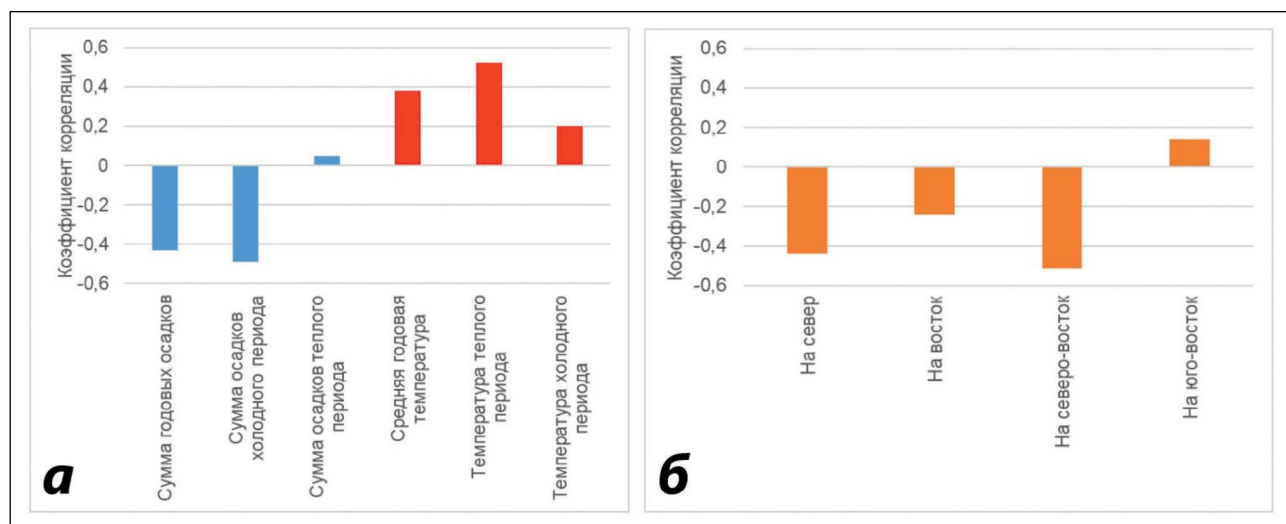


Рис. 2. Связи NDVI сосновых лесов с климатическими показателями (а) и географическими направлениями (б) в Нижнем Приамурье

Fig. 2. Relationships between pine forests NDVI, climate indicators (a) and geographical directions (b) in the Lower Amur region

ний – 140 мм и 14,5 °С при средних показателях для региона 220 мм и 12,4 °С. Кроме того, климат данной части региона отличается континентальностью, за счет чего наиболее приближен к климатическим условиям Сибири, где сосна обыкновенная распространена повсеместно [5]. Годовая амплитуда температур воздуха здесь составляет 46 °С, что на 5 °С больше, чем в среднем для Нижнего Приамурья [1].

Наиболее контрастны для сравнения климатические условия на северо-востоке Нижнего Приамурья, омываемого Охотским морем, где во время действия зимнего муссона количество осадков в холодный период достигает 300 мм, что в 2 раза больше, чем на юго-западе региона. Здесь сосна обыкновенная практически отсутствует.

В результате проведенного исследования выяснили, что NDVI сосновых лесов в Нижнем Приамурье имеет сильную отрицательную связь с суммой осадков холодного периода и положительную с температурой за год и в теплый период. Возрастание количества осадков зимой и снижение температуры воздуха в теплый период года – основные сдерживающие факторы «продвижения» сосняков на северо-восток региона. Среднегодовой тренд похолодания при движении с юга на север также ограничивает распространение сосновых лесов в данном направлении.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ван П.С., Шарая Л.С. Пространственная дифференциация вегетационного индекса NDVI сосновых лесов в Нижнем Приамурье // Биота и среда природных территорий. 2025. Т. 13, № 1. С. 43–52. DOI: 10.25221/2782-1978_2025_1_3.
2. Ван П.С., Шарая Л.С. Пространственные климатические тренды в Нижнем Приамурье // XVII научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока: к 50-летию БАМ и памяти акад. П.Я. Бакланова посвящается. Иркутск: ИГ им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2024. С. 81–83. EDN: OUOAEN.
3. Глобальные изменения природной среды-2001 / гл. ред. Н.Л. Добрецов, В.И. Коваленко. Новосибирск: Гео, 2001. 373 с.
4. Колесников Б.П. Конспект лесных формаций Приморья и Приамурья // Академику В.Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения: сборник работ по геоботанике, лесоведению, палеогеографии и флористике / под ред. В.Б. Сочавы. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 286–305.
5. Физико-географическое районирование СССР: характеристика региональных единиц / под

- ред. Н.А. Гвоздецкого. М.: МГУ, 1968. 575 с.
6. Спутниковое картографирование растительного покрова России / С.А. Барталев, В.А. Егоров, В.О. Жарко и др. М.: Институт космических исследований РАН, 2016. 208 с.
7. Шарый П.А., Шарая Л.С. Изменение NDVI лесных экосистем Северного Кавказа как функция рельефа и климата // Лесоведение. 2014. № 5. С. 83–90.
8. An assessment of the SRTM topographic products. Technical Report JPL D-31639 / E. Rodriguez, C.S. Morris, J.E. Belz et al. Pasadena, California: Jet Propulsion Laboratory, 2005. 143 p.
9. Hijmans R.J. Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // Int. J. Climatol. 2005. Vol. 25. P. 1965–1978.
10. Wood J. Overview of software packages used in geomorphometry // Geomorphometry: concepts, software, applications. Developments in Soil Science / eds. T. Hengl, H.I. Reuter. Amsterdam: Elsevier. 2009. Vol. 33. Chapter 10. P. 257–267. DOI: 10.1016/S0166-2481(08)00010-X.

REFERENCES:

1. Van P.S., Sharaya L.S. Spatial distribution of pine forest vegetation index NDVI in the Lower Amur River region. *Biota i sreda prirodnikh territorii*, 2025, vol. 13, no. 1, pp. 43–52. (In Russ.). DOI: 10.25221/2782-1978_2025_1_3.
2. Van P.S., Sharaya L.S. Spatial climatic trends in the Lower Amur region, in *XVII nauchnoe soveshchanie geografov Sibiri i Dal'nego Vostoka: k 50-letiyu BAM i pamyati akad. P.Ya. Baklanova posvyashchaetsya* (XVII scientific meeting of geographers of Siberia and the Far East: dedicated to the 50th anniversary of BAM railway and the memory of academician P. Ya. Baklanov). Irkutsk: V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 2024, pp. 81–83. (In Russ.). EDN: OUOAEN.
3. *Global'nye izmeneniya prirodnoi sredy-2001* (Global Changes in the Natural Environment-2001), N.L. Dobretsov, V.I. Kovalenko Eds. Novosibirsk: Geo Publ., 2001. 373 p. (In Russ.).
4. Kolesnikov B.P. Abstract of forest formations of Primorye and Amur Region, in *Akademiku V.N. Sukachevu k 75-letiyu so dnya rozhdeniya: sbornik rabot po geobotanike, lesovedeniyu, paleogeografii i floristike* (Academician V.N. Sukachev on the 75th anniversary of his birth: collection of works on geobotany, forestry, paleogeography and floristry). Sochava V.B. Ed. Moscow: USSR AS, 1956, pp. 286–305. (In Russ.).

5. *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie SSSR: kharakteristika regional'nykh edinits* (Physical-geographical zoning of the USSR: characteristics of regional units), N.A. Gvozdetsky Ed. Moscow: Moscow State University, 1968. 575 p. (In Russ.).
6. *Sputnikovoe kartografirovanie rastitel'nogo pokrova Rossii* (Satellite mapping of vegetation cover in Russia), S.A. Bartalev, V.A. Egorov, V.O. Zharko et al. Moscow: Institute of Space Research RAS, 2016. 208 p. (In Russ.).
7. Shary P.A., Sharaya L.S. Change in NDVI of forest ecosystems in Northern Caucasus as a function of topography and climate. *Lesovedenie*, 2014, no. 5, pp. 83–90. (In Russ.).
8. *An assessment of the SRTM topographic products. Technical Report JPL D-31639*, E. Rodriguez, C.S. Morris, J.E. Belz et al. Pasadena, California: Jet Propulsion Laboratory, 2005. 143 p.
9. Hijmans R.J. Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.*, 2005, vol. 25, pp. 1965–1978.
10. Wood J. Overview of software packages used in geomorphometry, in *Geomorphometry: concepts, software, applications. Developments in Soil Science*, T. Hengl, H.I. Reuter Eds. Amsterdam: Elsevier, 2009, vol. 33, part 10, pp. 257–267. DOI: 10.1016/S0166-2481(08)00010-X.

RELATIONSHIP OF NDVI PINE FORESTS WITH TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN THE LOWER AMUR REGION

P.S. Van, L.S. Sharaya

The authors research linear links between the vegetation index NDVI of pine forests, climate characteristics and geographical directions in the Lower Amur region. The relationship of NDVI with precipitation in the cold period is negative ($rs=-0.49$). The link of NDVI with mean annual and the warm period temperature is positive ($rs=0.43$ and 0.52 respectively). To the southwest and to the south, NDVI of pine forests increases ($rs=0.51$), and precipitation in the cold period decreases. To the north, NDVI decreases ($rs=-0.44$) in conditions of climatic cooling.

Keywords: NDVI, pine forests, temperature, precipitation, Lower Amur region.

Reference: Van P.S., Sharaya L.S. Relationship of ndvi pine forests with temperature and precipitation in the Lower Amur Region. *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 128–132. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-128-132.

Поступила в редакцию 08.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

ЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 630.8:502.4(571.621)

ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «БАСТАК» (ЕВРЕЙСКАЯ АВТОНОМНАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.С. Лонкина

Государственный природный заповедник «Бастак»,
ул. Шолом-Алейхема 69а, г. Биробиджан, 679014,
e-mail: lonkina83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0976-3330>

Представлена информация о лесных ресурсах государственного природного заповедника «Бастак», выявлены особенности возрастной структуры лесов особо охраняемой природной территории и приведена краткая таксационная характеристика основных лесообразователей.

Ключевые слова: лес, возраст, запас древостоя, государственный природный заповедник «Бастак», Еврейская автономная область.

Образец цитирования: Лонкина Е.С. Лесные ресурсы государственного природного заповедника «Бастак» (Еврейская автономная область) // Региональные проблемы. 2025. Т. 28, № 2. С. 133–137. DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-133-137.

Леса Российской Федерации занимают 46,4% ее территории и являются важным стабилизирующим природным комплексом страны [5]. Будучи частью природы, леса выполняют множество важнейших эколого-экономических функций: поддерживают неизменным состав атмосферы и очищают ее; предотвращают эрозию почвы, препятствуя образованию оврагов; выделяя фитонциды и ионизируя воздух, леса убивают патогенные микроорганизмы, оздоравливая среду, осуществляют рекреационные и эстетические функции. Лесные насаждения имеют большое водоохранное, водорегулирующее и защитное значение. Выполняя средообразующую функцию, леса обеспечивают комфортность проживания человеку [1]. Зеленые насаждения вдвое снижают силу ветра, на 1/3 приглушают городской шум и повышают влажность воздуха, отражают около половины солнечной энергии, нагреваясь на солнце в 12 раз меньше, чем асфальт и в 4 раза меньше, чем кирпич [1, 7].

Лесные ресурсы Еврейской автономной области (ЕАО) представляют собой значительный сектор экономической и социальной деятельности

и оказывают существенное влияние на экологическое состояние региона. По состоянию на 1 января 2023 года общая площадь лесов региона, без учета земель государственного природного заповедника «Бастак», составляет 2108 тыс. га или 58% общей площади области [2].

Государственный природный заповедник «Бастак» является единственной особо охраняемой природной территорией (ООПТ) федерального уровня, расположенной на территории Еврейской автономной области. Он учрежден постановлением правительства РФ от 28.01.1997 г. № 96, в 2011 году территория заповедника расширена и составляет 128055 га. В границах ООПТ создано лесничество «Государственный природный заповедник «Бастак», территория которого находится в таежной зоне (Дальневосточный таежный район) и зоне хвойно-широколиственных лесов (Приморско-Приморский хвойно-широколиственный район) [6].

В организационно-хозяйственном отношении лесничество «Государственный природный заповедник «Бастак» разделено на четыре участков лесничества: Горное (31738 га), Икурин-

ское (32904 га), Раздольненское (27129 га) и Забеловское (36284 га) [4].

Цель исследования – характеристика лесных ресурсов заповедника «Бастак». Для решения поставленной цели нами проанализированы материалы лесоустройства, проведенного на территории заповедника «Бастак» в 2009–2013 гг., а также материалы государственного лесного реестра по состоянию на 01 января 2025 г.

Лесные земли особо охраняемой природной территории составляют 75881,7 га (59% от общей площади заповедника «Бастак»), покрытые лесом земли занимают 71399,5 га или 94% лесных земель. Не покрыты лесной растительностью 4482,2 га – это прогалины, пустыри, гари и погибшие насаждения прошлых лет, несомкнувшиеся лесные культуры, созданные до организации особо охраняемой природной территории. Нелесные земли занимают 52173,3 га или 41% территории заповедника «Бастак». Данные земли представлены болотами, лугами, водами и другими землями.

Важнейшим показателем устойчивости лесной экосистемы является лесистость, которая в заповеднике составляет в среднем 56%, что на 11,2% больше, чем аналогичный показатель по ЕАО. Показатели лесистости варьируют от 29% в Забеловском участковом лесничестве до 96% в Горном участковом лесничестве. По целевому назначению леса государственного природного заповедника «Бастак» относятся к категории защитных лесов, расположенных на особо охраняемых природных территориях.

Наибольшее распространение по площади заповедника «Бастак» имеют лиственничники (12% от общей площади), белоберезняки (11%), кедровники (7,7%), ельники (7,7%), дубняки (6,7%), желтоберезняки (5,1%) [4]. В лесном фонде насаждения объединяют в хозяйственные части – организационно-хозяйственные единицы лесного фонда, состоящие из совокупности насаждений преобладающей породы, рассредоточенных по территории, но объединенных в единое целое по однородности ряда показателей, с одинаковым режимом хозяйства и сходными техническими расчетами. Традиционно выделяются хвойные, твердолиственные и мягколиственные хозяйственные части. Хвойная хозяйственная часть объединяет елово-пихтовые, хвойно-широколиственные и лиственничные леса. Твердолиственная часть представлена насаждениями с преобладанием древесных растений с твердой и прочной древесиной и преимущественно широкими листьями: дуб монгольский *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., ясень

маньчжурский *Fraxinus mandshurica* Rupr., клен мелколистный *Acer mono* Maxim., береза шерстистая *Betula lanata* (Regel) V. Vassil. Мягколиственная часть представлена лиственными древесными растениями с мелкими листьями и древесиной невысокой плотности: березы плосколистная *Betula platyphylla* Sukacz., желтая *B. costata* Trautv. и даурская *Betula davurica* Pall., осина *Populus tremula* L., ольха волосистая *Alnus hirsuta* (Spach) Fisch. ex Rupr., липа амурская *Tilia amurensis* Rupr., тополи душистый *Populus maximowiczii* A. Henry и Максимовича *P. suaveolens* Fisch. [8]. Для покрытых лесом земель заповедника «Бастак» характерно преобладание хвойных и мягколиственных насаждений (по 38% лесопокрытой площади), на долю твердолиственных пород приходится 24% лесопокрытой площади.

Одним из важнейших показателей лесного фонда при оценке лесных ресурсов и их сырьевого потенциала является возрастная структура лесов. В лесном хозяйстве возраст насаждения определяется классом возраста – числом лет, в пределах которого лес хозяйственно однороден. Продолжительность класса возраста для различных пород неодинакова: для сосны корейской класс возраста равен 40 годам, для остальных хвойных и твердолиственных пород семенного происхождения – 20 лет, для мягколиственных пород независимо от происхождения и твердолиственных пород порослевого происхождения класс возраста принимается равным 10 годам [1]. Все насаждения заповедника «Бастак» поделены на следующие классы: молодняки (I-II), средневозрастные (III-IV), приспевающие (V), спелые и перестойные насаждения (VI и выше). Согласно данным государственного лесного реестра (по состоянию на 01.01.2025 года), наибольшее распространение по территории заповедника «Бастак» имеют средневозрастные насаждения, на долю которых приходится 36,8% от лесопокрытой площади, на втором месте спелые и перестойные насаждения – 27,6%, далее приспевающие – 18,7% и молодняки – 16,9%. В разрезе хозяйственных частей хвойные насаждения преобладают в средневозрастном классе (47,7% от общей площади средневозрастных лесов); твердолиственные – в спелых и перестойных насаждениях (49,7%); мягколиственные – в молодняках (64,2%) и приспевающих лесах (36,8%). Подобное распределение возрастной структуры свидетельствует о значительной антропогенной нагрузке, которые испытывала данная территория до введения режима особой охраны, прежде всего в виде рубок главного пользования в хвойных насаждениях.

Распределение различных типов лесов по территории заповедника «Бастак» определяется широтной зональностью и вертикальной поясностью. Елово-пихтовые леса образуют верхний лесной пояс, который в прошлом в наименьшей мере подвергся воздействию антропогенных факторов. Производительность лесов в заповеднике невысокая, средний класс бонитета – 3,5, что соответствует среднему классу бонитета в целом по особо охраняемой природной территории. Средний запас насаждения на 1 га составляет 209 м³, что значительно выше аналогичного показателя запаса по ЕАО (125,1 м³). Средняя полнота – 0,68, является наиболее высокой по отношению к насаждениям других пород. В составе древостоя всегда участвуют ель аянская *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. и пихта белокорая *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim., в зависимости от местоположения, в составе встречаются ель сибирская *P. obovata* Ledeb., сосна корейская *Pinus koraiensis* Siebold et Zuss, липа амурская, береза желтая, дуб монгольский.

Хвойно-широколиственные леса формируют самостоятельный высотный пояс, располагающийся ниже елово-пихтовых лесов, в интервале 300–600 м над уровнем моря. Основным лесообразователем данных растительных сообществ является сосна корейская, которая на территории ЕАО произрастает в северо-западной части своего ареала. Помимо сосны корейской в насаждениях отмечаются клены мелколистный, зеленокорый *A. tegmentosum* Maxim., желтый *A. ukurunduense* Trautv. et Mey., береза желтая *Betula costata* Trautv., береза плосколистная *Betula platyphylla* Sukacz., ясень маньчжурский, лиственница Каяндера *Larix cajanderi* Mayr, дуб монгольский, единично обнаружены черемуха Маака *Padus maackii* (Rupr.) Kom., бархат амурский *Phellodendron amurense* Rupr. и ильм лопастный *Ulmus laciniata* (Trautv.) Mayr. Производительность древостоев самая низкая (4,0) среди хвойных лесов особо охраняемой природной территории. Средняя полнота – 0,48, что ниже, чем средняя по заповеднику. Средний запас на 1 га хвойно-широколиственных лесов составляет 181 м³, что немного меньше аналогичного запаса по ЕАО (183 м³). Таксационные показатели хвойно-широколиственных лесов указывают на интенсивную эксплуатацию кедровников особо охраняемой природной территории в середине XX века.

Лиственничные леса преобладают на предгорьях и равнинах, примыкающих к отрогам Бурейского хребта с юга и юго-востока. До 99% пло-

щади лиственничников располагаются на ровных участках и пологих склонах крутизной до 10°. Они также пройдены интенсивными рубками главного пользования и пожарами. К настоящему времени данные формации представлены главным образом среднеполнотными древостоями (средняя полнота составляет 0,48). Производительность насаждений соответствует среднему классу бонитета по заповеднику и составляет 3,5. Средний запас насаждений является одним из самых низких среди лесов заповедника и составляет 134 м³ на 1 га, однако данный показатель выше, чем в ЕАО (117 м³).

Дубовые насаждения на значительной территории являются производными, так как в равнинной части возникли на месте лиственничников, а в предгорьях сменили кедрово-широколиственные леса. Древостои среднеполнотные (средняя полнота – 0,5). Производительность дубняков (средний класс бонитета – 4,4) самая низкая среди насаждений заповедника. Средний запас дубовых насаждений 130 м³ на 1 га, что значительно выше данного показателя по ЕАО (92,6 м³).

Желтоберезняки в большинстве случаев являются производными. Желтая береза характерна как составляющая порода кедрово-широколиственных лесов и в силу сложившихся обстоятельств (рубка сосны корейской) к настоящему времени заняла преобладающее место. Для желтоберезняков характерен многопородный состав. Производительность таких насаждений более высокая (средний класс бонитета – 2,9), средняя полнота соответствует среднему показателю по заповеднику (0,56). Средний запас 180 м³ на 1 га.

Липа амурская так же, как и береза желтая, заняла доминирующее положение после антропогенного вмешательства в кедрово-широколиственную формацию. Средний класс бонитета (3,8) и средняя полнота (0,44) ниже средних показателей по заповеднику. Средний запас в возрасте спелости на 1 га 164 м³, что меньше общего среднего запаса (184 м³/га) по всем насаждениям с преобладанием липы. Это указывает на то, что на особо охраняемой природной территории происходит процесс распада спелых липняков. Показатель общего запаса липовых насаждений заповедника «Бастак» выше аналогичного показателя по ЕАО (165,8 м³).

Насаждения березы плосколистной являются вторичными и образовались на вырубках и гарях. Средние показатели по производительности (3,0) и полноте (0,53) незначительно выше средних значений по заповеднику. Запас насаждений из березы плосколистной составляет 109 м³ на

1 га, что выше аналогичного показателя по ЕАО (94,3 м³).

Осинники так же, как и белоберезняки, являются вторичными насаждениями. Производительность выше среднего показателя по заповеднику и составляет (2,3); средняя полнота (0,52) несколько ниже средних значений заповедника. Береза плосколистная и осина являются породами-пионерами, которые первыми поселяются на вырубках и гарях.

Насаждения с преобладанием ясеня, ильма, березы даурской, тополей и ольхи занимают незначительные площади, но присутствуют в составе практически всех древостоев.

Проведенный анализ состояния лесных ресурсов заповедника «Бастак» показал, что большая часть территории заповедника состоит из разнообразных по составу и структуре лесов, представленных главным образом среднепродуктивными (класс бонитета 3,5), среднеполнотными (средняя полнота 0,55), средневозрастными насаждениями. Объем древесины в пересчете на 1 га в заповеднике «Бастак» выше аналогичного показателя по ЕАО. В целом создание особо охраняемой природной территории наивысшего ранга оказывает положительное влияние на состояние лесных ресурсов, выражающееся прежде всего в восстановлении на данной территории хвойных лесов, о чем свидетельствуют значительные площади средневозрастных насаждений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гуков Г.В. Лесоведение на Дальнем Востоке: учеб. пособие. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1990. 312 с.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Еврейской автономной области в 2022 году. Биробиджан: Правительство ЕАО, 2023. 75 с.
3. Лесохозяйственный регламент лесничества «Государственный природный заповедник Бастак». Биробиджан: Государственный заповедник «Бастак», 2023. 120 с.
4. Лонкина Е.С., Калинин А.Ю. Динамика лесного фонда заповедника «Бастак» // Биологическое разнообразие и устойчивость лесных и урбоэкосистем: первые международные чтения памяти Г.Ф. Морозова. Симферополь: Ариал, 2019. С. 73–79.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году: государственный доклад. М.: Минприроды России, 2023. 686 с.

6. Об утверждении перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации: Приказ Рослесхоза от 09.03.2011 г. № 61. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=178386> (дата обращения: 12.03.2025).
7. Природопользование: природные ресурсы и природопользование в Российской Федерации и в Хабаровском крае: учеб. пособие для вузов / Н.М. Фролов, Н.М. Балаганский, В.М. Болтрушко и др. Хабаровск: ДВАГС, 2000. 567 с.
8. Энциклопедия лесного хозяйства. В 2 т. Т. 2. М.: ВНИИЛМ, 2006. 416 с.

REFERENCES:

1. Gukov G.V. *Lesovedenie na Dal'nem Vostoke* (Forest science in the Far East). Vladivostok: Publishing House of the Far East university, 1990. 312 p. (In Russ.).
2. *Doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy v Evreiskoi avtonomnoi oblasti v 2022 godu* (Report on the state and protection of the environment in the Jewish Autonomous Region in 2022). Birobidzhan: Government of the EAO, 2023. 75 p.
3. *Lesokhozyaistvennyi reglament lesnichestva «Gosudarstvennyi prirodnyi zapovednik Bastak»* (Forestry regulations of the forestry department «Bastak State Nature Reserve»). Birobidzhan: Bastak State Nature Reserve, 2023. 120 p. (In Russ.).
4. Lonkina E.S., Kalinin A.Yu. Dynamics of the forest fund of the Bastak Nature Reserve, in *Biologicheskoe raznoobrazie i ustoychivost' lesnykh i urboekosistem: pervye mezhdunarodnye chteniya pamyati G.F. Morozova* (Biological diversity and sustainability of forest and urban ecosystems: the first international readings in memory of G.F. Morozov). Simferopol: Arial Publ., 2019, pp. 73–79. (In Russ.).
5. *O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2022 godu: gosudarstvennyi doklad* (On the state and environmental protection of the Russian Federation in 2022: state report). Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia, 2023. 686 p. (In Russ.).
6. *Ob utverzhdenii perechnya lesorastitel'nykh zon Rossiiskoi Federatsii i perechnya lesnykh raionov Rossiiskoi Federatsii: Prikaz Rosleskhozа ot 09.03.2011 g. № 61* (On approval of the list of forest-growing zones of the Russian Federation and the list of forest regions of the Russian Federation: Rosleskhoz Order no. 61 dated 09.03.2011).

URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=178386> (date of reference: 12.03.2025). (In Russ.).

7. *Prirodopol'zovanie: prirodnye resursy i prirodopol'zovanie v Rossiiskoi Federatsii i v Khabarovskom krae: ucheb. posobie dlya vuzov* (Nature management: natural resources and environmental management in the Russian Federation and in

the Khabarovsk Territory: textbook. handbook for universities), N.M. Frolov, N.M. Balagan-sky, V.M. Boltrushko et al. Khabarovsk: FEAPA, 2000. 567 p. (In Russ.).

8. *Entsiklopediya lesnogo khozyaistva* (Encyclopedia of Forestry). In 2 vol., vol. 2. Moscow: VNIILM, 2006. 416 p. (In Russ.).

FOREST RESOURCES OF THE BASTAK STATE NATURE RESERVE (JEWISH AUTONOMOUS REGION)

E.S. Lonkina

The article provides information on forest resources of the Bastak state nature reserve. The author identifies age structure features of the forests in a specially protected natural area, and gives a brief taxational description of main forest-forming agents.

Keywords: forest, age, stand stock, the Bastak state nature reserve, Jewish Autonomous region.

Reference: Lonkina E.S. Forest resources of the Bastak State Nature Reserve (Jewish Autonomous Region). *Regional'nye problemy*, 2025, vol. 28, no. 2, pp. 133–137. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2025-28-2-133-137.

Поступила в редакцию 13.04.2025

Принята к публикации 17.06.2025

Правила оформления рукописи в журнале «РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ»

1. Рукопись загружается на сайте журнала <http://regional-problems.ru/>. Перед загрузкой статьи в редакцию журнала автор должен обязательно зарегистрироваться на сайте <http://regional-problems.ru/> (вкладка «Вход-Регистрация»).

Автору необходимо загрузить на сайт журнала экспертное заключение учреждения (с подписью автора/ов и печатью), в котором выполнена работа. Если по техническим причинам не удастся подать рукопись и сопровождающие документы через информационную систему, ее можно направить на электронный адрес reg.probl@yandex.ru.

2. Рекомендуем оформлять статью по рубрикам: актуальность (постановка проблемы), объект и методы, результаты исследования и их обсуждение, заключение, список литературы. Содержание статей логически структурировано, легко читаемо и понятно.

3. На первой странице рукописи в левом верхнем углу должен быть указан индекс по универсальной десятичной классификации (УДК).

4. Далее по центру: заглавие статьи, фамилии авторов, аффилиация авторов, аннотация, ключевые слова должны быть представлены на русском и английском языке. После e-mail автора через запятую приводят ORCID автора в виде электронного адреса в сети «Интернет».

Аннотация статьи (200–250 слов) должна быть структурированной, кратко и точно излагать содержание статьи, включать основные фактические сведения и выводы, без дополнительной интерпретации или критических замечаний автора статьи. Текст аннотации не должен содержать информацию, которой нет в статье. Она должна отличаться лаконичностью, убедительностью формулировок, отсутствием второстепенной информации. Методы в аннотации только называются. Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдаётся предпочтение новым результатам и выводам, которые, по мнению автора статьи, имеют практическое значение. Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, описанными в статье. Включение в аннотацию схем, таблиц, графиков, рисунков, а также ссылок на литературные источники не допускается.

Ключевые слова и словосочетания (оптимально 5–7 слов) отделяются друг от друга запятой. Список ключевых слов должен максимально точно отражать предметную область исследования.

5. Текст статьи должен быть набран в редакторе WinWord, шрифтом Times New Roman, 12 pt. Поля слева, сверху и снизу – 2,5 см, справа – не менее 1 см. Объем статьи не ограничен, напечатан через 1,5 интервал. К публикации принимаются статьи на русском и английском языках.

6. Сокращения слов, кроме общепринятых, в рукописи не допускаются.

7. Формулы нумеруются в круглых скобках (2), подстрочные примечания не допускаются, необходимые разъяснения даются в тексте.

8. Ссылка на цитату указывается сразу после неё в квадратных скобках. В статье запрещается использовать подстрочные сноски для указания источников цитирования. Текст не должен содержать ссылок на источники, не включённые в пристатейный список.

9. Выводы пишутся в утвердительных предложениях, фиксирующих полученные собственные результаты работы, и, в совокупности, однозначно показывающих достижение цели. Они перечисляются в порядке важности.

10. Таблицы должны иметь заголовки на русском и английском языках и сквозную порядковую нумерацию в пределах статьи, содержание их не должно дублировать текст.

11. Весь иллюстративный материал (графики, схемы, фотографии, карты) именуется рисунками и имеет сквозную порядковую нумерацию. Рисунки выполняются в формате GIF, TIFF, JPEG, CDR, EPS, либо в Word (wmf) и представляются в виде отдельных файлов. Рисунки в текст не вставляются, но в тексте дается обозначение, где должен быть рисунок. Подписи к рисункам на русском и английском языках печатаются на отдельном листе с указанием фамилии автора и названия статьи. Фотографии (1 экз.) должны быть четко отпечатаны на белой бумаге без дефектов. От качества авторских оригиналов зависит качество иллюстраций в журнале.

12. В конце текста статьи (перед используемой литературой) необходимо указать организацию, при финансовой поддержке которой была выполнена статья (например, госзадание №..., проект РФФИ №..., и т.д.).

13. Цитируемая литература приводится отдельным списком, перечисляется по алфавиту. Объем цитируемой литературы не ограничен.

Список литературы приводится сначала на русском языке, далее на латинице (транслитерация – перевод текста, <http://translit.ru/> (вкладка основные переключить на BSI). В списке литературы первым приводится перечень работ отечественных авторов, в который также включаются работы иностранных авторов, переведённые на русский язык. Затем приводится перечень литературных источников, опубликованных на иностранных языках, в который включаются работы отечественных авторов, переведённые на иностранный язык. В список литературы не включаются неопубликованные работы.

13.1. Для каждого пункта списка литературы в зависимости от типа ссылки **необходимо указать:**

- для книг — фамилии авторов, инициалы, название книги, город, издательство, год издания, том, количество страниц;
- для журнальных статей — фамилии авторов, инициалы, название статьи, название журнала, серия, год, том, номер, выпуск, первая (по возможности также последняя) страница статьи;
- для материалов конференций, школ, семинаров — фамилии авторов, инициалы, название статьи, название издания, время и место проведения конференции, город, издательство, год, первая (по возможности также последняя) страница статьи.

Если источнику (его цифровой копии) присвоен DOI, то он обязательно приводится после всего описания источника в следующей форме без точки в конце: DOI: 10.5194/acp-16-14421-2016.

Авторы предоставляют **полный перевод списка литературы (транслитерация)**, с сохранением оригинального порядка следования публикаций, руководствуясь следующими правилами:

Статья из журнала

Ревуцкая О.Л., Красота Т.Г. Производственный потенциал Еврейской автономной области: оценка и сопоставление с регионами Дальневосточного Федерального округа // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 22–34. DOI: 10.31433/2618-9593-2020-23-4-22-34

Статьи из сборников и материалов конференций

Комарова Т.М., Калинина И.В., Мищук С.Н. Социально-демографическая безопасность приграничного региона (на примере Еврейской автономной области) // Вопросы географии: сб. 141: Проблемы регионального развития России. М.: Кодекс, 2016. С. 578–594.

Комарова Т.М. Демографическая безопасность стран Центральной Азии: взгляд извне // Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всерос. науч. конф. / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. С. 341–344. DOI: 10.31433/978-5-904121-22-8-2018-341-344

Монография

Рубцова Т.А. Деревья, кустарники, лианы Еврейской автономной области и их использование в озеленении. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2021. 181 с.

Петрищевский А.М. Гравитационный метод оценки реологических свойств земной коры и верхней мантии: в конвергентных и плюмовых структурах Северо-Востока Азии. М.: Наука, 2013. 192 с.

Материалы конференции

Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всероссийской научной конференции / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. 459 с.

Диссертация

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 160 с.

Автореферат диссертации

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 19 с.

Электронный ресурс удаленного доступа

Горюхин М.В. К созданию карты атмосферных и водных экологических ситуаций Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 11–16. URL: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/693> (дата обращения: 07.04.2021).

Статья из журнала на англ. яз.

Neverova G.P., Zhdanova O.L., Frisman E.Y. Effects of natural selection by fertility on the evolution of the dynamic modes of population number: bistability and multistability // Nonlinear Dynamics. 2020. Vol. 101, N 1. P. 687–709. DOI: 10.1007 / s11071-020-05745-w

Статья из сборника на англ.яз.

Poturay V.A. Alkanes in a number of hydrothermal systems of the Russian Far East // 16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI) and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (1st IAGC International Conference). E3S Web of Conferences. Tomsk. Vol. 98. P. 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/20199802008

13.2. Особенности представления источников в списке на латинице (References)

Для списка литературы на латинице не применимы правила русского ГОСТа, поскольку используемые в нем знаки не воспринимаются зарубежными системами и ведут к ошибкам и потере данных. В списке литературы на латинице выходные данные издания представляются в соответствии с международными правилами, которые позволят автоматизированным информационным системам распознать источник.

Источники на кириллице переводятся в латинизированный формат с помощью сочетания транслитерации и перевода (см. описания и примеры ниже).

Если в источнике на кириллице есть перевод названия на английский, использовать следует именно его (это не отменяет параллельной транслитерации в случаях из описаний ниже!). Также из источника (при наличии) следует взять транслитерации Ф.И.О. авторов и редакторов.

Список литературы в латинице можно готовить с помощью систем транслитерации свободного доступа (<http://www.translit.ru>) во вкладке **Основные** выбираем **BSI**.

Просим авторов строго соблюдать все приведенные ниже правила (включая пробелы, шрифты и другие особенности форматирования, знаки препинания между словами и пр.).

Для русскоязычной монографии/сборника в полное описание входят: автор(ы) (если указаны, транслитерация); название (транслитерация); перевод названия на английский; редак-

тор(ы) (если они указаны, транслитерация); место издания на английском языке; издательство (перевод, если это организация; транслитерация + Publ., если издательство имеет собственное название); год издания; указание на язык статьи (In Russ.).

Для русскоязычной статьи в полное описание входят: автор(ы) (транслитерация); перевод названия статьи на английский; название источника, в котором опубликована статья (транслитерация или – для журнала – официальное название на английском); перевод названия источника на английский (для журнала не требуется); выходные данные с обозначениями на английском языке; указание на язык статьи (In Russ.).

Указанные схемы (с корректировкой в очевидных местах) применяются также для иностранных источников. Специально обращаем внимание авторов на то, что таким образом один и тот же иностранный источник в традиционном списке и в списке на латинице будет представлен по-разному.

В отличие от форматирования отбор данных для описания References (сокращение списка авторов и пр.) происходит по принципам традиционного списка литературы, приведённым выше.

Исключения: 1) римские цифры нужно заменять арабскими (например, в номерах томов); 2) в названиях и переводах названий книг на английском слова, кроме служебных, пишутся с заглавной буквы (не относится к названиям статей, названиям на других языках и транслитерации названий!); 3) для журнальных статей допускается представление источника в сокращённом формате (с пропуском названия статьи и слов в выходных данных, см. пример).

Примеры представления источников в References:

Статья из журнала

Ревуцкая О.Л., Красота Т.Г. Производственный потенциал Еврейской автономной области: оценка и сопоставление с регионами Дальневосточного Федерального округа // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 22–34. DOI: 10.31433/2618-9593-2020-23-4-22-34

Транслитерация

Revutskaya O.L., Krasota T.G. Production potential of the Jewish Autonomous Region: assessment and comparison with the regions of the Far Eastern Federal. *Regional'nye problemy*, 2020, vol. 23, no. 4, pp. 22–34. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2020-23-4-22-34

Статьи из сборников и материалов конференций

Комарова Т.М., Калинина И.В., Мишук С.Н. Социально-демографическая безопасность приграничного региона (на примере Еврейской автономной области) // Вопросы географии: сб. 141: Проблемы регионального развития России. М.: Кодекс, 2016. С. 578–594.

Комарова Т.М. Демографическая безопасность стран Центральной Азии: взгляд извне // Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всерос. науч. конф. / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. С. 341–344. DOI: 10.31433/978-5-904121-22-8-2018-341-344

Транслитерация

Komarova T.M., Kalinina I.V., Mishchuk S.N. Sociodemographic security of a Border Region: a case study of Jewish Autonomous Oblast, in *Voprosy geografii: no. 141: Problemy regional'nogo razvitiya Rossii* (Problems of Geography: no 141: Problems of Regional Development of Russia). Moscow: Kodeks Publ., 2016, pp. 578–594. (In Russ.).

Komarova T.M. Demographic security of the Central Asian countries: looking from the outside, in *Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya* (Present Problems of Regional Development).

Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018, pp. 341–344. (In Russ.).

Монография

Рубцова Т.А. Деревья, кустарники, лианы Еврейской автономной области и их использование в озеленении. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2021. 181 с.

Петрищевский А.М. Гравитационный метод оценки реологических свойств земной коры и верхней мантии: в конвергентных и плюмовых структурах Северо-Востока Азии. М.: Наука, 2013. 192 с.

Транслитерация

Rubtsova T.A. *Derev'ya, kustarniki, liany Evreiskoi avtonomnoi oblasti i ikh ispol'zovanie v ozelenenii* (Trees, shrubs, lianas of the Jewish Autonomous Region and their use in planting of greenery). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2021. 181 p. (In Russ.).

Petrishchevsky A.M. *Gravitatsionnyi metod otsenki reologicheskikh svoistv zemnoi kory i verkhnei mantii: v konvergentnykh i plyumovykh strukturakh Severo-Vostochnoi Azii* (Gravity method for evaluation of rheological properties of the crust and uppermost mantle: in the convergent and plume structures of the North-East Asia. Moscow: Nauka Publ., 2013. 192 p. (In Russ.).

Материалы конференции

Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всероссийской научной конференции / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2018. 459 с.

Транслитерация

Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya: materialy VII Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii (Present Problems of Regional Development: materials of the VII All-Russian Scientific Conference), Frisman E.Ya., Ed. Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018. 459 p. (In Russ.).

Диссертация

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 160 с.

Транслитерация

Poturay V.A. Organic matter in the peninsular and continental hydrothermal systems of the Far East. Dissertation of cand. Sci. (geol. –mineral.). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018. 459 p. (In Russ.).

Автореферат диссертации

Потурай В.А. Органическое вещество в полуостровных и континентальных гидротермальных системах Дальнего Востока: автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Биробиджан, 2019. 19 с.

Транслитерация

Poturay V.A. Organic matter in the peninsular and continental hydrothermal systems of the Far East. Extended Abstract of Cand. Sci. (geol.-mineral.) Dissertation. Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2018. 19 p. (In Russ.).

Электронный ресурс удаленного доступа

Горюхин М.В. К созданию карты атмосферных и водных экологических ситуаций Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2020. Т. 23, № 4. С. 11–16. URL: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/693> (дата обращения: 07.04.2021).

Транслитерация

Goryukhin M.V. Approaches to creating a map of atmospheric and water ecological situations in the Jewish autonomous region. *Regional'nye problemy*, 2020, vol. 23, no. 4, pp. 11–16. Available at: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/693> (accessed: 07.04.2021). (In Russ.).

Статья из журнала на англ. яз.

Neverova G.P., Zhdanova O.L., Frisman E.Y. Effects of natural selection by fertility on the evolution of the dynamic modes of population number: bistability and multistability // *Nonlinear Dynamics*. 2020. Vol. 101, N 1. P. 687–709. DOI: 10.1007 / s11071-020-05745-w

Транслитерация

Neverova G.P., Zhdanova O.L., Frisman E.Y. Effects of natural selection by fertility on the evolution of the dynamic modes of population number: bistability and multistability. *Nonlinear Dynamics*, 2020, vol. 101, no. 1, pp. 687–709.

Статья из сборника на англ.яз.

Poturay V.A. Alkanes in a number of hydrothermal systems of the Russian Far East // 16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI) and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (1st IAGC International Conference). E3S Web of Conferences. Tomsk. Vol. 98. P. 02008. DOI: 10.1051/e3sconf/20199802008

Транслитерация

Poturay V.A. Alkanes in a number of hydrothermal systems of the Russian Far East. *16th International Symposium on Water-Rock Interaction (WRI) and 13th International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (1st IAGC International Conference)*. E3S Web of Conferences. Tomsk, no. 98, pp. 02008.

14. В конце рукописи необходимо четко указать название учреждения, фамилию, имя, отчество, ученую степень, звание, почтовый адрес (с индексом) и телефон автора, с которым редакция будет решать вопросы, возникающие при работе с текстом.