
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Институт комплексного анализа
региональных проблем
Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Том 26 № 4
2023

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.б.н. Е.А. Григорьева, 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. Мищук, д.г.н. А.В. Мошков, д.э.н. С.Н. Леонов, 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.ф.н. А.М. Шкуркин,
д.э.н. А.Г. Шеломенцев, 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: **regional-problems.ru, региональныепроблемы.рф**

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. БИОЛОГИЯ.....	5
Колобов А.Н. <i>Модельный анализ продуктивности еловых насаждений в зависимости от схемы посадки и интенсивности воздействия случайных внешних факторов</i>	5
Капитонова Л.В. <i>Фенология синиц надвида <i>Parus major</i> в Приамурье в контексте их взаимоотношений в зоне симпатрии и гибридизации.....</i>	14
Брыкова А.Л., Родимцева Д.В., Фрисман Л.В. <i>Генетическая структура соболя (<i>Martes zibellina</i> Linnaeus, 1758) Среднего Приамурья: кластерный анализ субпопуляций право- и левобережья реки Амур</i>	24
Лоцилов К.С. <i>К вопросу о восстановлении популяции амурского горала (<i>Nemorhaedus caudatus</i>) на севере его исторического ареала</i>	33

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ	40
Овсиенко М.В. <i>Эволюция представительности каталогов землетрясений ФИЦ ЕГС РАН переходной зоны континент-океан за 2003–2021 гг.</i>	40
Компаниченко В.Н. <i>Роль гидротермальной динамики в зарождении жизни на Земле</i>	52
Аверин Д.Е., Зубарев В.А. <i>Структурно-агрегатный состав разновозрастных залежных осушенных почв Еврейской автономной области</i>	62
Глаголев В.А., Зубарева А.М. <i>Оценка состояния растительности на основе многолетних данных спутникового мониторинга</i>	71
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ	77
Степанов К.К. <i>Специфика формирования архитектурного образа Биробиджана в период первых пятилеток (1928–1942): планы и реалии</i>	77
Тадина Н.А. <i>Чемал как центр этноконфессионального туризма в Республике Алтай</i>	85
Бужор Я.И. <i>Динамика развития животноводства в Еврейской автономной области</i>	90

REGIONAL PROBLEMS

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

Volume 26 Number 4
2023

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

CONTENTS

MATHEMATICAL MODELING. BIOLOGY	5
Kolobov A.N. <i>Model analysis of the plantations spruce productivity dependent on the planting scheme and intensity of random external factors impact</i>	5
Kapitonova L.V. <i>Phenology of the Amur region tits superspecies <i>Parus major</i> in the context of heir relationships in the zone of sympatry and hybridization</i>	14
Brykova A.L., Rodimtseva D.V., Frisman L.V. <i>Genetic structure of the sable (<i>Martes Zibellina</i> Linnaeus, 1758) at the Amur Region: cluster analysis of subpopulations</i>	24
Loshchilov K.S. <i>On the issue of the amur goral population restoring (<i>Nemorhaedus caudatus</i>) in the north of its historical habitat</i>	33
GEOLOGY. GEOECOLOGY	40
Ovsienko M.A. <i>Representativeness evolution of the earthquake's Catalogs GS RAS continent-ocean transition zone for 2003–2021</i>	40
Kompanichenko V.N. <i>Role of hydrothermal dynamics for the origin of life on Earth</i>	52
Averin D.E., Zubarev V.A. <i>Structural and aggregate composition of different-aged fallow drained soils in the Jewish Autonomous Region</i>	62
Glagolev V.A. , Zubareva A.M. <i>Vegetation condition assessment based on long-term satellite monitoring data</i>	71

ECONOMIC GEOGRAPHY	77
Stepanov K.K. <i>Specifics of the Birobidzhan architectural image formation (1928–1942): ideas and reality</i>	77
Tadina N.A. <i>Chemal as a center of ethnological-confessional tourism in the Altai Republic</i>	85
Buzhor Y.I. <i>Dynamics of cattle breeding development in the Jewish Autonomous Region</i>	90

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 (26 387 Кб)
Дата размещения на сайте: 26.12.2023 г.
Дата подписания к использованию: 19.12.2023 г.

© ICARP FEB RAS, 2023

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 51-76:630*232.43

МОДЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СХЕМЫ ПОСАДКИ И ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЛУЧАЙНЫХ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

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/0000-0003-4974-2323>

В условиях рационального ведения лесного хозяйства создаются специальные искусственные лесонасаждения технически ценных пород, которые должны обладать высокой продуктивностью, что позволит получать наибольший запас выращиваемой древесины. Одним из способов увеличения запаса древесины с единицы площади леса является регулирование начальной густоты и схемы посадки деревьев. Методами имитационного моделирования было показано, что при отсутствии внешних воздействий шахматная схема посадки является оптимальной по сравнению с прямоугольной, обеспечивая больший запас древесины. В реальных условиях существуют риски отмирания отдельных деревьев в результате воздействия случайных внешних факторов, таких как ветровалы, фитофаги. Следовательно, запас древесины, выращиваемой при таких оптимальных схемах посадки, будет существенно ниже по сравнению с полученными расчетными значениями.

В связи с этим возникают задачи, направленные на исследование продуктивности насаждений в зависимости от схемы посадки и интенсивности отмирания деревьев в процессе роста древостоя в результате воздействия случайных внешних факторов. Для решения этих задач использовали имитационную модель динамики древесных сообществ, в которой учитывается пространственное расположение каждого дерева, что позволяет легко имитировать различные схемы лесопосадок, а также удалять часть деревьев на любом шаге моделирования. В результате проведенных вычислительных экспериментов были определены оптимальные значения начальной густоты еловых насаждений для разных схем посадки в зависимости от интенсивности воздействия внешних факторов. Показано, что в случае ежегодного воздействия случайных внешних факторов максимальный запас древесины не зависит от схемы посадки, а определяется начальной густотой посадки. При увеличении интенсивности воздействия для получения максимального запаса густоту посадки также необходимо увеличить.

Ключевые слова: схема посадки, искусственное лесонасаждение, имитационная модель, запас древесины, густота посадки, случайные внешние факторы.

Образец цитирования: Колобов А.Н. Модельный анализ продуктивности еловых насаждений в зависимости от схемы посадки и интенсивности воздействия случайных внешних факторов // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 5–13. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-5-13.

Введение

В условиях рационального ведения лесного хозяйства создаются специальные искусственные лесонасаждения технически ценных пород. Целью создания таких лесных плантаций является сокращение сроков выращивания продукции, по-

вышение ее качества и увеличение выхода с единицы площади [4]. Одним из способов увеличения запаса древесины с единицы площади леса является регулирование начальной густоты и схемы посадки деревьев. Густота посадки и взаимное расположение деревьев влияют на процессы

естественного изреживания древостоя, что в итоге определяет величину запаса древесины заданного диаметра [3]. Поэтому для получения максимального запаса необходимо подобрать оптимальные значения этих параметров.

Исследованию влияния густоты посадки на продуктивность лесонасаждений посвящено достаточно большое количество работ. Например, в обзоре [14] отмечается, что за последние 40 лет наблюдалась тенденция увеличения количества соответствующих публикаций, что, видимо, обусловлено разнообразием видов деревьев и местообитаний. В большинстве работ показано, что плотность посадки оказывает большое влияние на диаметр и объем ствола, это приводит к большей продуктивности насаждений с высокой плотностью, особенно для деревьев, имеющих меньший объем ствола. Другие работы позволили заключить, что экология вида, солнечная радиация, потребность в воде и особенности местности оказывают большее влияние на рост растений, чем плотность посадки. Таким образом, несмотря на большое количество работ в данном направлении, для разработки рекомендаций по увеличению продуктивности искусственных лесонасаждений требуется проведение дополнительных исследований в зависимости от вида деревьев и условий местопроизрастания.

Для нахождения оптимальных схем посадки и густоты насаждений, обеспечивающих максимальный запас древесины, используются методы имитационного моделирования например, [10, 11]. В работах по искусственному лесоразведению для получения наибольшей продуктивности древостоя предлагается использовать квадратные схемы посадки [5, 9]. Методами имитационного моделирования было показано, что при отсутствии внешних воздействий квадратная схема посадки является оптимальной по сравнению с другими схемами [3]. Вычислительные эксперименты проводились в предположении, что отмирание деревьев в процессе роста древостоя происходит только в результате внутривидовой конкуренции, не учитывая воздействие случайных внешних факторов, таких как ветровалы, фитофаги, что в итоге отражается на общем запасе древесины. Например, в работе [8] отмечается тот факт, что из-за потепления климата в хвойных лесах Дальневосточного региона значительно увеличивается урон от вредителей, которые оказывают существенное влияние на текущий древесный отпад. Таким образом, в реальных насаждениях запас древесины, выращиваемой при таких оптимальных схемах

посадки, будет существенно ниже по сравнению с полученными расчетными значениями.

В связи с этим возникают задачи, направленные на исследование продуктивности насаждений в зависимости от схемы посадки и интенсивности отмирания деревьев в процессе роста древостоя в результате воздействия случайных внешних факторов.

Материалы и методы

Для исследования продуктивности искусственных лесонасаждений использовали разработанную ранее имитационную модель пространственно-временной динамики древесных сообществ [15]. В основе построения модели находится индивидуально-ориентированный подход, согласно которому моделирование динамики древостоя складывается из описания роста каждого дерева с учетом его видовых характеристик и локально доступных ресурсов. Деревья размещены на площадке с заданными пространственными координатами и оказывают взаимное влияние друг на друга через конкуренцию за свет (рис. 1). Такой подход позволяет легко имитировать различные схемы лесопосадок, а также удалять часть деревьев на любом шаге моделирования.

Рост дерева описывается следующей системой уравнений, позволяющей вычислять объем, высоту и диаметр ствола на каждом шаге моделирования с учетом влияния конкуренции со стороны рядом стоящих деревьев:

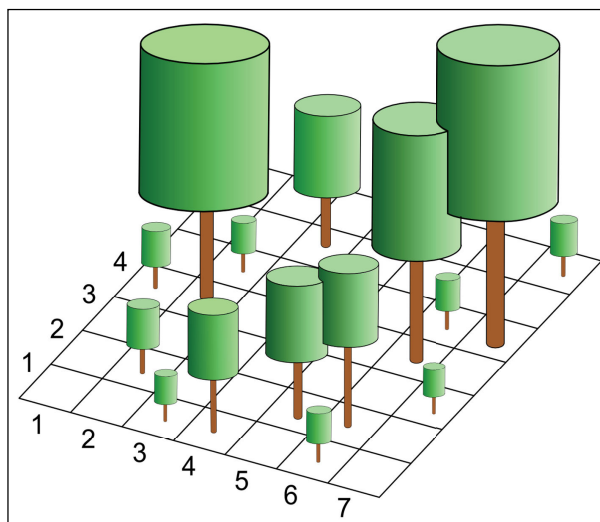


Рис. 1. Размещение деревьев на имитационной решетке

Fig. 1. Arrangement of trees on a simulated grid

$$\frac{dV}{dt} = Pb - cVH, \quad (1)$$

$$P = \left(\frac{P_m \cdot V^{2/3}}{p} \cdot \ln \left(\frac{P_m + a \cdot Q}{P_m + a \cdot Q \cdot \exp(-pV^d)} \right) \right),$$

$$H(t) = c_1(1 - \exp(-c_2(t - t_0)))^{c_3}, \quad (2)$$

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot H \cdot \alpha \cdot V^{-\gamma}}}, \quad (3)$$

где V, H, D – объем, высота и диаметр ствола дерева, a – начальный наклон кривой продуктивности, P – интенсивность фотосинтеза дерева, P_m – максимальная интенсивность фотосинтеза единицы листовой поверхности, p – коэффициент поглощения света, c – коэффициент пропорциональности расходов энергии на транспорт ассимилятов, Q – доля солнечной радиации, падающей на наружную поверхность кроны, c_1, c_2, c_3 – видоспецифические параметры роста дерева в высоту.

В модели принято, что дерево отмирает, если в результате снижения освещенности, в процессе затенения со стороны рядом стоящих деревьев, интенсивность фотосинтеза становится меньше некоторой пороговой величины.

В качестве объекта исследования рассматривали еловые насаждения, которые имеют широкое распространение на территории Дальневосточного региона и активно используются в качестве сырьевой базы для деревообрабатывающих предприятий. Оценка параметров модели производилась на основе данных таблиц хода

роста нормальных еловых насаждений 2 класса бонитета [7]. На рис. 2 показаны графики роста объема ствола и высоты дерева ели аянской (*Picea jezoensis*), а также приведены значения коэффициентов детерминации и ошибки аппроксимации. Так как модель содержит много параметров, посчитали скорректированный коэффициент детерминации, который составил:

$$R_{adj}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{(n-1)}{(n-k)} =$$

$$= 1 - (1 - 0.99) \cdot \frac{(16-1)}{(16-6)} = 0.985$$

где $R^2=0.99$ – коэффициент детерминации, $n=16$ – количество наблюдений в выборке, $k=6$ – количество параметров в уравнении роста объема ствола дерева.

В итоге получили значение коэффициента детерминации, близкое к единице.

Такое хорошее соответствие между модельными и реальными данными можно объяснить тем, что данные таблиц хода роста, которые использовались для оценки параметров модели, являются усредненными и выровненными. При формировании существующих таблиц ход роста рассматриваемых показателей древостоя (средняя высота, запас насаждения) выравнивался с использованием функции роста Бергаланфи [13].

Лесная плантация предназначена для выращивания деловой древесины, которая должна соответствовать определенным требованиям к качеству лесоматериалов. При расчетах возраста

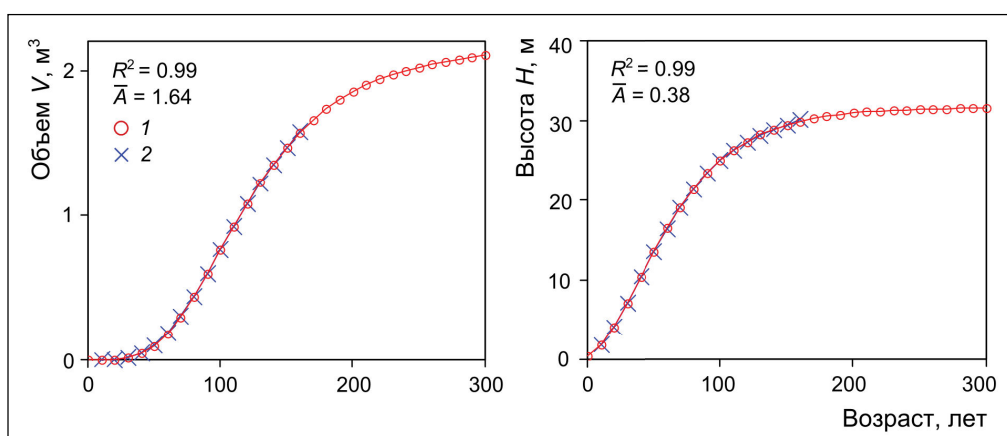


Рис. 2. Графики роста объема и высоты ствола дерева ели аянской
Кружки – реальные данные, крестики – модельные данные

Fig. 2. Graphs of the spruce tree trunk growth in volume and height
Circles – real data, crosses – model data

рубки в эксплуатационных лесах применяется понятие технической спелости древостоя, которое отражает качество и размеры сортимента лесоматериала. Возраст технической спелости древесины, принятый в модели, составляет 120 лет, что соответствует требованиям рубки в еловых насаждениях 2 класса бонитета на территории Дальневосточного региона [6].

Результаты моделирования

На основе имитационного моделирования проведен модельный анализ продуктивности еловых насаждений в зависимости от схемы посадки и интенсивности воздействия случайных внешних факторов. В результате необходимо было определить оптимальные значения начальной густоты еловых насаждений для разных схем посадки, в зависимости от интенсивности отмирания деревьев в процессе роста древостоя. Оптимальной для данной схемы посадки считается плотность, при которой запас древостоя достигает своего максимального значения. Запас древесины считали в момент достижения древостоем возраста технической спелости. Далее, сравнивая полученные максимальные значения, можно определить, какая схема обеспечивает наибольший запас древесины.

Для проведения сравнительного анализа рассматривали шахматную и прямоугольную схемы посадки. Такой выбор обусловлен тем, что квадратная схема посадки при отсутствии внешних воздействий является оптимальной по сравнению с прямоугольной, обеспечивая больший запас древесины [2, 3]. Таким образом можно проследить, как изменяется соотношение максимальных запасов для этих схем посадки и насколько сохраняется свойство оптимальности в зависимости от интенсивности воздействия внешних факторов. В данном случае рассматривали такую прямоугольную схему, в которой ширина междурядий в два раза больше шага посадки (расстояние между

деревьями в ряду). Шахматная схема получается из прямоугольной путем смещения деревьев в нечетных строках наполовину ширины междурядий, как показано на рис. 3. Такое размещение деревьев позволяет производить сравнение величины запасов рассматриваемых схем посадки при одинаковой начальной плотности.

Далее рассчитывали запас древесины возраста технической спелости для каждой схемы посадки, в зависимости от начальной густоты древостоя. Густота посадки для прямоугольной схемы определяется по следующей формуле:

$$ГП=10000/a \cdot b,$$

где a – ширина междурядий (м), b – шаг посадки. В нашем случае $a=2b$. Густоту посадки изменяли, увеличивая шаг посадки на 0.2 м, что соответствует размеру ячеек, на которые разделена площадь моделируемого участка. Ширина междурядий соответственно увеличивалась на 0.4 м.

В результате воздействия случайных внешних факторов происходит ежегодный отпад деревьев, оценки которого принимают различные значения. Например, оценки ветровала в темнохвойных древостоях Красноярского края показали, что ежегодный вывал деревьев составляет около 2.0% по запасу [1]. В коренных ельниках восточноевропейской тайги среднее значение величины текущего древесного отпада, вычисленное по данным пробных площадей, составляет 5.0% от запаса древостоев со стандартным отклонением 2.2% [12].

При проведении вычислительных экспериментов рассматривали два варианта ежегодного изъятия деревьев в размере 1,5% и 5% от общего запаса древесины. Для каждого случая строили несколько сценариев, в которых ежегодное изъятие деревьев производили в течение разного интервала времени, что суммарно определяет степень нарушения структуры насаждения. Координаты

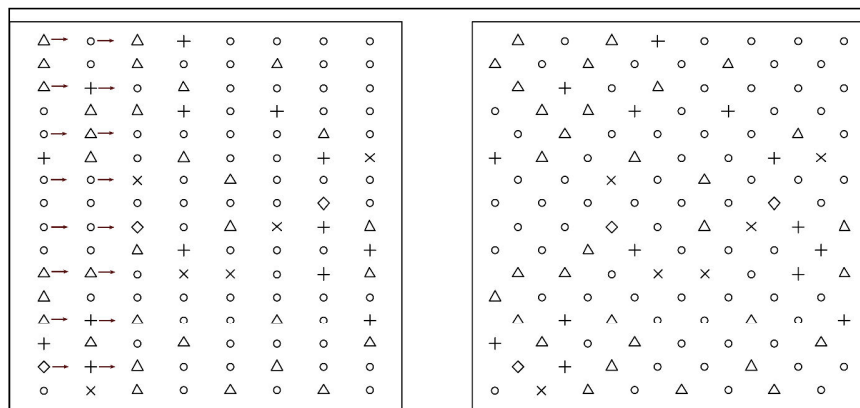


Рис. 3. Прямоугольная и шахматная схемы размещения деревьев на участке

Fig. 3. Rectangular and checkerboard arrangement of trees on the site

наты удаляемых деревьев на участке выбирали случайным образом, используя функцию *random*. Задача моделирования заключалась не в разработке практических рекомендаций, а в проведении сравнительного анализа продуктивности еловых насаждений в зависимости от степени нарушения структуры насаждения.

На рис. 4 показаны графики запаса древесины в зависимости от начальной плотности древостоя при ежегодном изъятии 1,5% деревьев в течение 20, 40, 60 лет от начала моделирования, а также без изъятия. Из графиков видно, что при увеличении периода изъятия, то есть интенсивности воздействия внешних факторов, оптимальная плотность посадки также увеличивается. Для шахматной схемы посадки оптимальная начальная плотность древостоя составила: 740 шт/га без изъятия; 868, 1250 и 1543 шт/га при изъятии в течение 20, 40, 60 лет соответственно.

Результаты вычислительных экспериментов показали, что при увеличении периода изъятия разница между запасами древесины для шахматной и прямоугольной схем посадки при одинако-

вой начальной плотности насаждений уменьшается. Например, разница между максимальными запасами древесины составляет: 98 м³/га без изъятия; 74, 16, 5 м³/га при ежегодном изъятии 1,5% деревьев в течение 20, 40, 60 лет. Если ежегодное изъятие составляет 5% деревьев, то близкие значения максимальных запасов для рассмотренных схем посадки достигаются при продолжительности изъятия 20 лет (рис. 5).

Проведем более детальный анализ, рассмотрим графики динамики запаса для рассматриваемых схем посадки при ежегодном изъятии 1,5% и одинаковой начальной численности деревьев 868 шт./га (рис. 6). Из графиков видно, что без изъятия деревьев процесс самоизреживания для прямоугольной схемы посадки начинается раньше и является более интенсивным, чем для шахматной схемы, что обуславливает меньший запас древесины (рис. 6 а). В случае изъятия части деревьев в процессе роста древостоя интенсивность изреживания уменьшается (рис. 6 б). При ежегодном изъятии деревьев в течение 60 лет от начала моделирования процессы самоизреживания не воз-

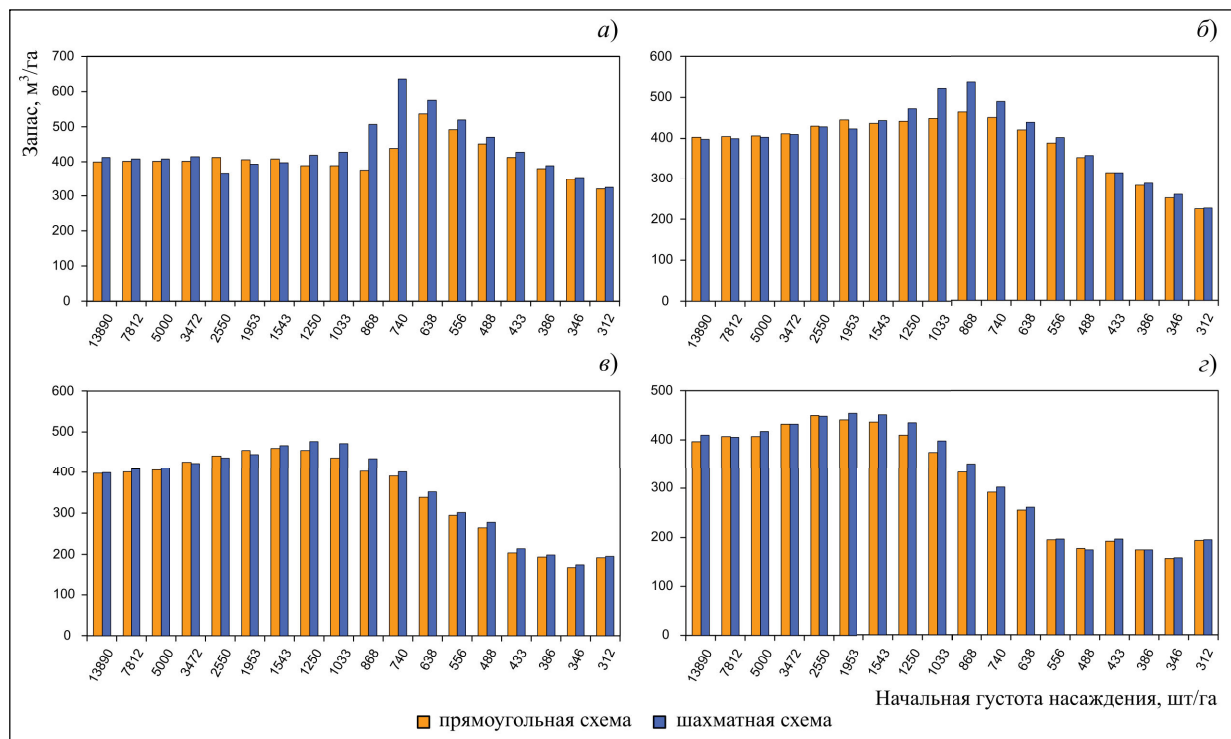


Рис. 4. Запас древесины в зависимости от начальной густоты насаждения:
 а) без изъятия; б, в, г) при ежегодном изъятии 1,5% деревьев от общего запаса в течение 20, 40, 60 лет соответственно

Fig. 4. Timber stock dependent on the initial density of planting:
 a) without tree removal; b, c, d) with an annual 1.5% trees removal from the total stock for 20, 40, 60 years, respectively

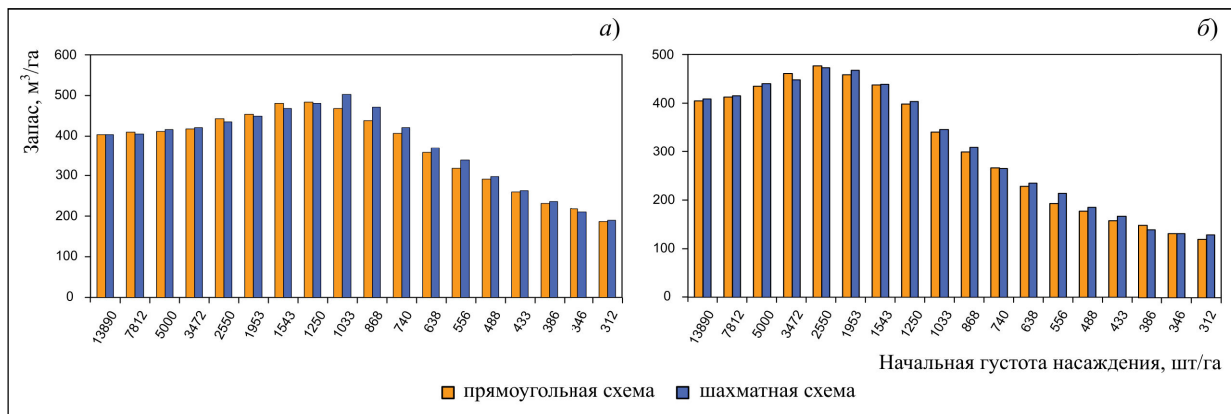


Рис. 5. Запас древесины в зависимости от начальной густоты насаждения при ежегодном изъятии 5% деревьев от общего запаса: а, б) в течение 10, 20 лет соответственно

Fig. 5. Timber stock dependent on the initial density of plantation with the annual removal of 5% trees from the total wood stock: a, b) for 10, 20 years, respectively

никают (рис. 6 в). Численность деревьев при достижении возраста технической спелости в обоих случаях будет одинаковой, обеспечивая близкие значения запасов: 349 и 334 м³/га для шахматной

и прямоугольной схем. Такой эффект объясняется тем, что процесс самоизреживания зависит от плотности и пространственной структуры древостоя, которые изменяются в результате изъятия де-

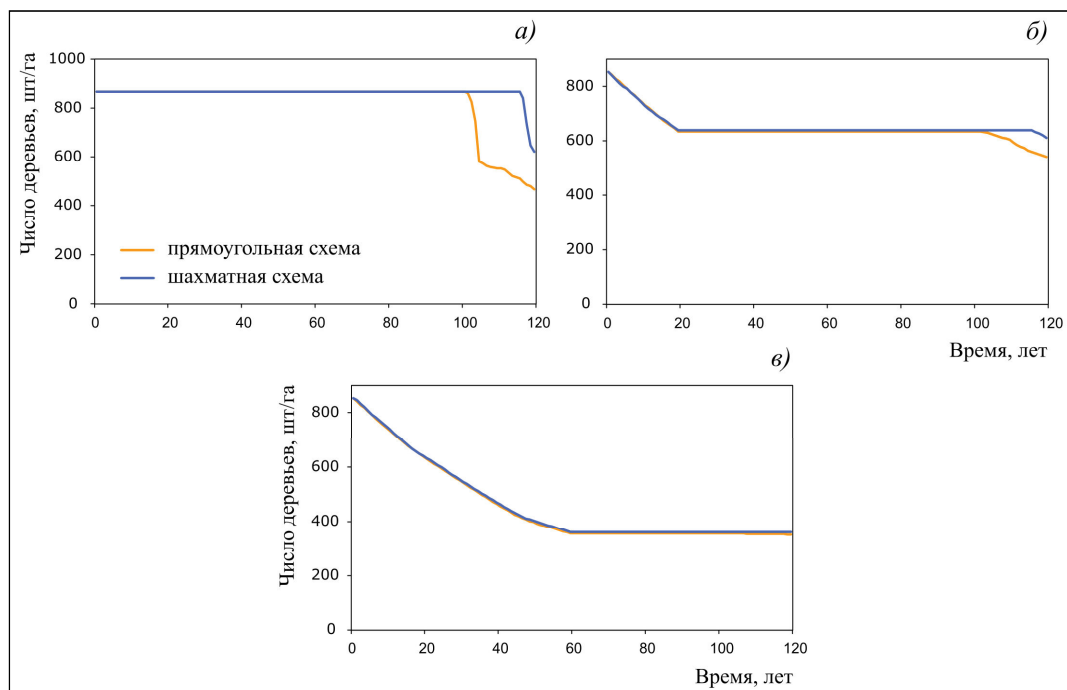


Рис. 6. Динамика запаса для прямоугольной и шахматной схем посадки при одинаковой начальной численности деревьев 868 шт./га: а) без изъятия; б, в) при ежегодном изъятии 1,5% деревьев в течение 20, 60 лет

Fig. 6. Dynamics of stock for rectangular and checkerboard planting schemes with the same initial number of trees 868 pcs./ha: a) without removal; b, c) with 1.5% of trees annual removal for 20, 60 years

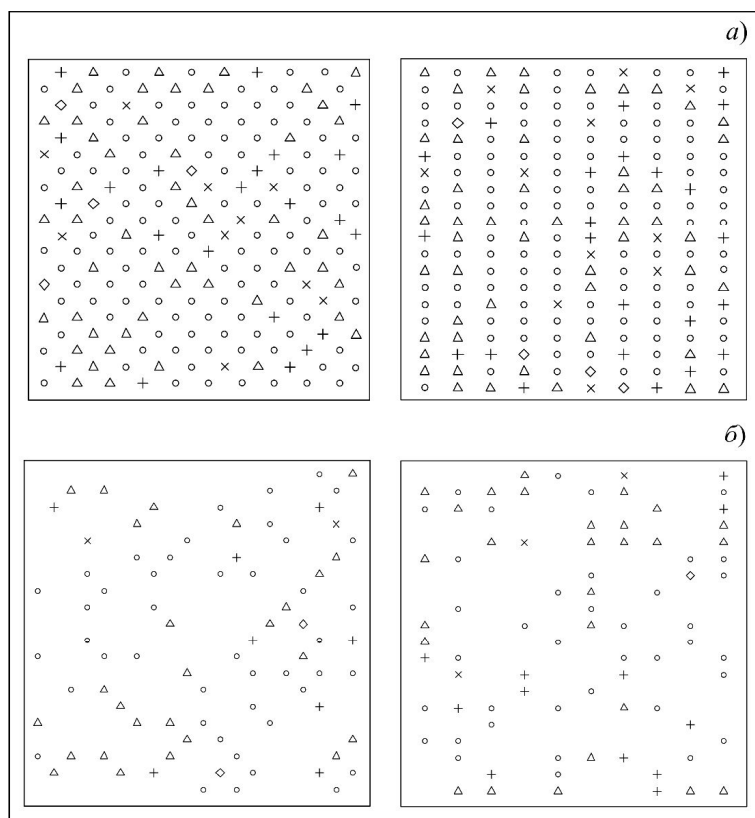


Рис. 7. Прямоугольная и шахматная схемы посадки:
а) начало моделирования;
б) через 60 лет при ежегодном изъятии 1,5% деревьев

Fig. 7. Rectangular and checkerboard planting patterns: a) beginning of modeling; b) after 60 years with an annual removal of 1.5% of trees

реьев (рис. 7). Таким образом, при определенной степени нарушения пространственной структуры насаждения в результате внешних воздействий максимальные запасы древесины для разных схем посадки имеют близкие значения.

Заключение

На основе имитационного моделирования проведен модельный анализ продуктивности еловых насаждений в зависимости от схемы посадки и интенсивности отмирания деревьев в процессе роста древостоя. Исследование показало, что при увеличении интенсивности воздействия случайных внешних факторов оптимальная плотность посадки, обеспечивающая максимальный запас древесины, также увеличивается. Результаты вычислительных экспериментов показали, что при ежегодном изъятии 1,5% деревьев от общего запаса в течение 60 лет от начала моделирования максимальные запасы древесины для квадратной и прямоугольной схем посадки имеют близкие значения. Если ежегодное изъятие составляет 5% деревьев, то близкие значения запасов для рассмотренных схем посадки достигаются при продолжительности изъятия 20 лет. Таким образом, при определенной интенсивности воздействия внешних факторов максимальный запас древесины не зависит от схемы посадки, а определяется начальной плотностью древостоя.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Борисов А.Н., Иванов В.В. Имитационное моделирование динамики темнохвойных древостоев при выборочных рубках // Хвойные бореальные зоны. 2008. Т. XXV, № 1–2. С. 135–140.
2. Колобов А.Н. Имитационное моделирование оптимальных схем лесопосадки с учетом воздействия внешних факторов // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 3. С. 168–170.
3. Колобов А.Н., Фрисман Е.Я. Модельный анализ продуктивности искусственных еловых насаждений при разных схемах посадки // Журнал общей биологии. 2020. Т. 81, № 3. С. 163–173.
4. Лесная энциклопедия. Т. 2 / под ред. Г.И. Воробьева. М.: Советская энциклопедия, 1986. 631 с.
5. Мерзленко М.Д. Теория и практика искусственного лесовосстановления / М.Д. Мерзленко, Н.А. Бабич. Архангельск: САФУ, 2011. 239 с.
6. Об установлении возрастов рубок: Приказ Рослесхоза № 105 от 09.04.2015 г. (ред. от 02.07.2015) // Кодификация РФ, 2023. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosleshoza-ot-09.04.2015-N-105/> (дата обращения: 02.10.2023).

7. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко, Н.Н. Гусев, А.Г. Мошкалев. М.: Колос, 1992. 195 с.
 8. Пирцхалава-Карпова Н.Р., Карпов А.А. Мониторинг усыхания хвойных лесонасаждений на Дальнем Востоке – заповедник «Курильский» // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2021. № 59. С. 164–166.
 9. Писаренко А.И. Создание искусственных лесов / А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. М.: Агропромиздат, 1990. 270 с.
 10. Припутина И.В., Фролова Г.Г., Быховец С.С., Шанин В.Н., Лебедев В.Г., Шестибратов К.А. Моделирование продуктивности лесных плантаций при разных схемах пространственного размещения деревьев // Математическая биология и биоинформатика. 2016. Т. 11, № 2. С. 245–262.
 11. Припутина И.В., Фролова Г.Г., Шанин В.Н. Выбор оптимальных схем посадки лесных культур: компьютерный эксперимент // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т. 8, № 2. С. 333–343.
 12. Стороженко В.Г. Характеристика древесного отпада в коренных ельниках Восточноевропейской тайги // Лесоведение. 2012. № 3. С. 43–50.
 13. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепаченко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй. 2-е изд., доп. М.: Федеральное агентство лесн. хоз-ва, 2008. 886 с.
 14. Gabira M.M., Girona M.M., Desrochers A., Kratz D. et al. The impact of planting density on forest monospecific plantations: An overview // Forest Ecology and Management. 2023. Vol. 534. P. 120882.
 15. 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.
- REFERENCES:
1. Borisov A.N., Ivanov V.V. Simulation modeling of the dynamics of dark coniferous stands during selective felling. *Khvoinye boreal'nye zony*, 2008, vol. 25, no. 1–2, pp. 135–140. (In Russ.).
 2. Kolobov A.N. Simulation modeling of optimal forest planting schemes taking into account the impact of external factors. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 3, pp. 168–170. (In Russ.).
 3. Kolobov A.N., Frisman E.Ya. Modeling approach to the analysis of productivity of artificial spruce stands at different planting schemes. *Zhurnal obshchei biologii*, 2020, vol. 81, no. 3, pp. 163–173. (In Russ.).
 4. *Lesnaya entsiklopediya: vol. 2.* (Forest encyclopedia), G.I. Vorobyova Ed. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1986. 631 p. (In Russ.).
 5. Merzlenko M.D. *Teoriya i praktika iskusstvennogo lesovosstanovleniya* (Theory and practice of artificial reforestation), M.D. Merzlenko, N.A. Babich. Arkhangelsk: NARFU, 2011. 239 p. (In Russ.).
 6. On the establishment of logging ages: Order of the Federal Forestry Agency no. 105 dated 09.04.2015. (ed. from 02.07.2015). *Kodifikatsiya RF*, 2023. Available at: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rosleshoza-ot-09.04.2015-N-105/> (accessed: 02.10.2023). (In Russ.).
 7. *Obshchesoyuznye normativy dlya taksatsii lesov* (All-Union standards for forest taxation), V.V. Zagreev, V.I. Sukhikh, A.Z. Shvidenko, N.N. Gusev, A.G. Moshkalev. Moscow: Kolos Publ., 1992. 195 p. (In Russ.).
 8. Pirtskhalava-Karpova N.R., Karpov A.A. Monitoring of Coniferous Forest Stands Drying in the Far East- Kurilskiy Natural Reserve. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2021, no. 59, pp. 164–166. (In Russ.).
 9. Pisarenko A.I. *Sozдание iskusstvennykh lesov* (Creation of artificial forests), A.I. Pisarenko, M.D. Merzlenko. Moscow: Agropromizdat Publ., 1990. 270 p. (In Russ.).
 10. Pripulina I.V., Frolova G.G., Bykhovets S.S., Shanin V.N., Lebedev V.G., Shestibratov K.A. Modeling The Productivity of Forest Plantations With the Different Spacing the Trees. *Matematicheskaya biologiya i bioinformatika*, 2016, vol. 11, no. 2, pp. 245–262. (In Russ.).
 11. Pripulina I.V., Frolova G.G., Shanin V.N. Substantiation of Optimum Planting Schemes for Forest Plantations: A Computer Experiment. *Komp'yuternye Issledovaniya i Modelirovanie*, 2016, vol. 8, no. 2, pp. 333–343. (In Russ.).
 12. Storozhenko V.G. Characterization of Current Deadwood and Slash in Natural Spruce Forests of East European Taiga. *Lesovedenie*, 2012, no. 3, pp. 43–50. (In Russ.).
 13. *Tablitsy i modeli khoda rosta i produktivnosti nasazhdenii osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod*

Severnoi Evrazii (normativno-spravochnye materialy) (Tables and Models of Growth and Productivity of Forests of Major Forest Forming Species of Northern Eurasia (standard and reference materials)), A.Z. Shvidenko, D.G. Schepaschenko, S. Nilsson, Yu.I. Buluy. 2-nd ed., supplemented. Moscow: Federal Agency of Forest Management, 2008. 886 p. (In Russ.).

14. Gabira M.M., Girona M.M., Desrochers A., Kratz D. et al. The impact of planting density on forest monospecific plantations: An overview. *Forest Ecology and Management*, 2023, vol. 534, pp. 120882.
15. 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.

MODEL ANALYSIS OF THE PLANTATIONS SPRUCE PRODUCTIVITY DEPENDENT ON THE PLANTING SCHEME AND INTENSITY OF RANDOM EXTERNAL FACTORS IMPACT

A.N. Kolobov

With rational forestry management, it is created special artificial forest plantations of high productivity for technically valuable species allowing the largest supply of grown wood. One of the ways to increase the supply of wood per unit of forest area is to regulate the initial density and planting pattern of trees. Using simulation methods, it is shown that in the absence of external influences, a checkerboard planting pattern is an optimal one providing a larger supply of wood as compared to a rectangular pattern. In real conditions, there are risks of dying off for individual trees due to random external factors like gusts of wind and phytophages. Therefore, in real life the supply of wood grown under such optimal planting schemes would be significantly lower as compared to the calculated values obtained.

In this regard, there arise problems aimed at studying the plantings productivity dependent on the planting pattern and the intensity of tree death during the forest stand growth as a result of the random external factors influence. To solve these problems, we used a simulation model of tree communities dynamics, which takes into account the spatial location of each tree, in this way making it easy to simulate various forest planting schemes and remove some trees at any step of modeling. As a result of the computational experiments, the optimal values of spruce plantations initial density have been defined for different planting schemes, dependent on the intensity of the external factors influence. It is shown that at a certain intensity of the external factors impact, the maximum timber stock does not depend on the planting scheme, but is determined by the initial density of the forest stand. When the impact intensity increases, the planting density also needs to be increased, in order to obtain the maximum reserve.

Keywords: *planting scheme, artificial forest plantation, simulation model, wood supply, planting density, influence of external factors.*

Reference: Kolobov A.N. Model analysis of the plantations spruce productivity dependent on the planting scheme and intensity of random external factors impact. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 5–13. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-5-13.

Поступила в редакцию 08.11.2023

Принята к публикации 18.12.2023

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 591.543.4(571.621)

ФЕНОЛОГИЯ СИНИЦ НАДВИДА *PARUS MAJOR* В ПРИАМУРЬЕ В КОНТЕКСТЕ ИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В ЗОНЕ СИМПАТРИИ И ГИБРИДИЗАЦИИ

Л.В. Капитонова

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: kapitonova66@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6284-4387>

В работе рассмотрены фенологические параметры большой (*Parus major*) и восточной (*Parus minor*) синиц на территории Приамурья. В зоне совместного обитания этих видов есть места, где происходит выработанная гибридизация, а также территории, где она затухает и стабилизируется. Это дало основание к разделению зоны симпатрии на три основные части: западную, центральную, восточную. Для понимания феномена гибридизации в этих частях, его изменения и различия были изучены фенологические параметры восточной синицы, приведено сравнение с таковыми у большой.

Для восточной синицы показаны даты: предвесенних кочевков, пролета и появления на местах гнездования, весеннего пения самцов, периода ухаживания и борьбы за самок, постройки гнезд и откладки яиц, насиживания кладок, появления птенцов и слетков, поздних выводков, осенних кочевков и пролета. Приведены данные по зимовке этого вида на территории Приамурья. Показано сравнение с этими же показателями у большой синицы.

Обнаружена специфика проживания видами предгнездового периода, который мы считаем решающим для дальнейшего заселения гнездовых территорий. Выявлено, что самцы больших синиц начинают петь рано – с конца декабря – начала января, еще в зимующих группировках. Аспекты поведения, предшествующие непосредственному размножению – ухаживание самцов за самками, борьба между самцами за самок, выпрашивание корма у самцов самками в уже сложившихся парах, – также проявляются у больших синиц в зимующих группировках, когда на местах размножения еще нет основной популяции восточных синиц. Весенний пролет и массовое появление на местах гнездования восточных синиц происходит с марта, а пары на гнездовых участках появляются в апреле, при этом показатели непосредственного размножения у этих видов по срокам одинаковые.

Ключевые слова: фенология, большая синица, восточная синица, надвид *Parus major*, Приамурье, гибридизация, зона симпатрии, сезон размножения, пение самцов, откладка яиц, появление птенцов, слетки, выводки, смешанные стайки, кочевки, перелеты.

Образец цитирования: Капитонова Л.В. Фенология синиц надвида *Parus major* в Приамурье в контексте их взаимоотношений в зоне симпатрии и гибридизации // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 14–23. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-14-23.

Зона симпатрии и гибридизации синиц надвида *Parus major* существует и изучается более ста лет. За время исследования выявлено, что большая (*Parus major*) и восточная (*P. minor*) синицы склонны к обитанию во вторичных и антропогенных местообитаниях. Они встретились в Среднем Приамурье, в результате расширения ареалов: большая пришла с запада России, восточная – с юга, из Китая.

При встрече видов на одной территории, в пределах населенных пунктов, возникали смешанные гнездящиеся группировки. В дальнейшем большие синицы вытесняют восточных из населенных пунктов – происходит разобщение в разные местообитания. На этом основании в пределах Среднего Приамурья зону симпатрии разделили на три основные части: западную, центральную и восточную [15]. Позже было обнаружено, что зона

симпатрии и гибридизации шире, были первично описаны ее северная [10] и южная окраины, где есть своя специфика взаимоотношения видов. В настоящее время зона симпатрии и гибридизации известна в пределах Приамурья [7].

Большая синица в Приамурье – синантроп, обитает в населенных пунктах круглый год. Восточная – селится тоже в антропогенных и измененных местообитаниях: в основной массе во вторичных естественных лесах, на окраинах поселений человека, в самих населенных пунктах в отсутствии большой синицы. Процесс объединения в смешанные группировки, а потом разобщения, отражается на уровне гибридизации видов, который может быть высок в первом случае и уменьшаться, а потом стабилизироваться на относительно небольшом уровне [13]. Как было показано, смешанные группировки с высоким уровнем гибридизации образуются в результате заселения большими синицами населенных пунктов, которые уже населены восточными. А разобщение видов и снижение уровня гибридизации происходит, когда большие синицы начинают преобладать и вытеснять восточных на окраины поселений человека [7, 8, 15].

На примере основательных исследований фенологии большой синицы П.В. Венгерова [2] в 1982–2017 гг. в Воронежском заповеднике обозначим основные даты жизненного цикла этого вида в европейской части России. Основная часть популяции зимует в населенных пунктах. В предгнездовой период на местах гнездования (лесные массивы заповедника) большие синицы встречаются редко. Они держатся поодиночке, маленькими группами или в составе кочующих стай, состоящих в основном из мелких воробьиных. Средняя дата первой песни – 1 февраля (общий период с 5 января по 28 февраля). В последние десятилетия отмечается более раннее начало пения. Весенний прилет с мест зимовок и пролет регистрируются с начала или середины марта до конца марта – начала апреля. Синицы, осматривающие дупла, наблюдались во второй половине марта, в сезоны с теплой весной. Распределение по гнездовым участкам в лесных массивах завершается к концу первой декады апреля, после чего птицы начинают размножение. Регулярное пение начинается в марте, достигая пика интенсивности в период формирования пар – в апреле. Самая ранняя дата строительства гнезда – 4 апреля, но чаще это происходит в середине или конце этого месяца. В первой декаде июня начинается второй цикл постройки гнезд. Наиболее ранняя дата начала яйцекладки –

12 апреля, а ее разгар 21–25 апреля. С конца мая до середины июня наблюдается второй, меньший пик яйцекладки, а самая поздняя его дата – 15 июля. Автор допускает выкармливание трех выводков за сезон размножения у отдельных пар. Откладка яиц второго цикла может быть еще до вылета из гнезд первого. Слетки первого цикла размножения появляются в конце мая – начале июня, в интервале 21 мая – 10 июня; слетки второго цикла – в первой половине июля и до начала августа. С конца сентября птицы приступают к кочевкам и ближним миграциям. Осенняя миграция проходит в октябре.

А.Г. Ларионов [14], описывая активное расселение большой синицы в центральной и западной Якутии с 1960-х годов, отмечает ее как оседлую и синантропную и приводит некоторые фенологические даты: с конца ноября до начала февраля активность синиц наименьшая; первое пение можно слышать со второй декады февраля, далее активность птиц возрастает со второй половине марта; 9 мая отмечено строительство гнезда, 20 мая в нем было 4 яйца, вылупление происходило 9–10 июня, птенцы вылетели 26 июня; в другом гнезде вылет птенцов произошел 2 июля. Автор предполагает, что с наступлением холодов большие синицы много времени проводят в отапливаемых постройках человека – чердаках, вентиляции, теплотрассах.

О начале весеннего пения больших синиц в Ленинградской области в декабре пишут К.Ю. Домбровский [5] и А.В. Димитриев [4], сделавшие обзор материалов по этому фенологическому параметру в различных городах России, с акцентом на смещении наступления данного явления на более ранние сроки.

Интересно, что далеко не все авторы упоминают осеннее пение больших синиц. Этот феномен описан И.Н. Поповым [17] для пригорода Санкт-Петербурга, где большая синица гнездящийся и зимующий вид, а осеннее пение отмечается 11 месяцев в году, кроме ноября. Зимой поющие птицы отмечаются в конце первой – начале второй декады января, а регулярное пение начинается с начала февраля, пик которого приходится на март-апрель и продолжается до конца третьей декады мая – первой декады июня. Следующий пик вокальной активности отмечен в третьей декаде июня – начале июля и до середины июля, в ходе второго цикла размножения. А в конце июля – начале августа начинается осеннее пение, которое отмечается в течение сентября–октября. Фиксировалось пение и в первой декаде декабря. Н.Н. Березовиков [1] наблюдал поющего самца

большой синицы в г. Алматы (Казахстан) 11, 17 и 24 октября 2021 г.

Фенология восточной синицы обстоятельно изучена в Приморском крае, где основная популяция этого вида перелетна. На зиму остаются единичные особи или группы, ведущие синантропный образ жизни, а в некоторые зимы вид вообще не встречается. Предвесенние кочевки начинаются задолго до основного пролета – по данным разных лет с 5 февраля до начала апреля. Далее этот процесс переходит в весеннюю миграцию. Причем местные, кочующие с зимы особи занимают гнездовые участки раньше прилетевших. Постройка гнезд у восточных синиц начинается с третьей декады апреля (самая ранняя дата 24 апреля) и продолжается до начала мая. Соответственно, откладка яиц – с конца апреля, с пиками: наибольшим в начале мая, в середине июня и наименьшим в середине июля. Отмечались повторные и вторые кладки. Существенных различий в сроках гнездования на юге и севере Приморья, вероятно, нет. Насиживание начинается еще до окончания кладки. Вылупление птенцов происходит, вероятно, на 12-й день после откладки последнего яйца и длится до 2 суток. Птенцы в гнезде пребывают 16–17 дней, а вылет может задерживаться на 2–3 дня. Самые ранние даты появления слетков – в первых числах июня, массовый вылет – в середине июня и в конце июля [16].

Более поздние материалы о восточной синице в Приморье [3] определяют ее статус как обычный гнездящийся, кочующий и немногочисленный зимующий вид. Гнездится с середины апреля до июля. Первые слетки появляются во второй половине июня, в июле отмечены вторые кладки. Период кочевки длинный – с конца июля по апрель, разного масштаба в разные годы. Зимой плотность вида минимальна.

В нашем более раннем исследовании фенологии большой синицы в Биробиджане (Среднее Приамурье) [12] были показаны параметры годового цикла этого вида, обозначенные определенными поведенческими маркерами (табл.).

Цель данной работы – обобщить материал по фенологии восточной синицы с территории Приамурья, рассмотреть его сходство и различие с таковым по большой синице. Этот материал имеет ценность как дополнение к познанию биологии восточной синицы, которая в Приамурье еще не изучалась, так и в контексте поиска причины или одной из причин разобщения этих видов после всплеска первоначальной гибридизации при обитании на одной территории.

Материалы и методы

Работа написана на основе материалов по биологии и экологии синиц надвида *Parus major*, которые собрались в Приамурье с 2004 г. На наличие больших и восточных синиц обследовались различные населенные пункты Приамурья и их ближайшие окрестности, а также некоторые территории с естественными ландшафтами. В силу того, что перечень обследованных населенных пунктов большой, с ним можно ознакомиться в нашей прошлой публикации [7]. С 2011 года к этому перечню прибавились специальные обследования в следующих населенных пунктах: в Еврейской автономной области (ЕАО) – пойма р. Биры, окрестности Биробиджана (20.03.2012; 07.04.2012); с. Кирга (10.02.2012; 19.07.2012; 12.01.2013; 19.01.2013; 26.01.2013; 12.04.2013; 23.10.2013; 24.10.2013; 01.11.2013; 23.12.2013; 01.01.2014); с. Радде (05–06.10.2012); с. Екатерино-Никольское (17.10.2012); с. Столбовое (18.10.2012); с. Биджан (16.04.2012); с. Ленинское (20.04.2012); г. Облучье (02 и 04.10.2012); п. Хинганск (03.10.2012); с. Благодословенное (20.10.2012); п. Известковый (08.10.2013), с. Двуречье (09.10.2013), с. Дубовое (04.10.2013), г. Биробиджан (13.03.2012; 12.05.2012; 09.06.2013; 15.06.2013; 25–26.06.2013; 28.06.2013; 11.07.2013); п. Смидович (03.10.2013); в Хабаровском крае – г. Хабаровск (23–26.04.2013); с. Богородское (15–16.09.2012); г. Комсомольск-на-Амуре (23.09.2012). Таким образом, специальные обследования с отловами синиц проводились с 2004 по 2014 гг. в 60 населенных пунктах (включая некоторые природные территории) ЕАО, Хабаровского края и Амурской области, во многих из них неоднократно. В этот перечень не вошел целый ряд населенных пунктов ЕАО, Хабаровского края и Амурской области, в которых были проведены специальные обследования, но синиц надвида *Parus major* не обнаружено. Также в него не вошли населенные пункты, где проводились обследования без отловов.

Синиц отлавливали с помощью ловушек с манной птицей и пищевой приманкой. В результате было осмотрено и окольцовано 1608 особей: больших синиц – 1148, гибридов – 89, восточных – 371. Определение видовой принадлежности производили по фенотипу птиц.

В некоторых населенных пунктах, где отловы проводились в течение ряда сезонов или лет, применялось цветное мечение пластиковыми кольцами и цветным театральным гримом. Обследования некоторых населенных пунктов в разные годы

проводились совместно с Н.А. Формозовым, Д.В. Селивановой, А.П. Вабищевич, В.В. Федоровым.

В с. Пашково Облученского района ЕАО проводились наиболее обстоятельные исследования, в ходе которых особое внимание уделялось составу зимующих группировок. Количество обследований села в зимний период было бóльшим, чем в весенне-летний, соответственно, отловленных синиц в зимний период получилось больше. Приведенные ниже расчеты показывают только соотношение видов в группировках.

В апреле 2005 г. в Биробиджане и его окрестностях, а также в кластере «Забеловский» заповедника «Бастак» (Еврейская автономная область) было развешено 80 синичников для изучения особенностей гнездования видов. Результаты этих работ частично опубликованы [6]. Синичники регулярно проверялись в 2006 г., в 2007 г. проверки осуществлялись спорадически.

В ходе целенаправленных наблюдений было проведено 33 учета синиц в Биробиджане: в мае 2011; в мае 2012; в феврале, марте, апреле, мае, июне, июле, августе, сентябре, октябре 2015 г. В июне 2013 г. в Биробиджане проводились целенаправленные поиски гнезд синиц [12].

В 2010–2013 гг. был проведен 41 учет орнитофауны на маршруте протяженностью около 4 км в пойме р. Биры, к северо-западу от окраины Биробиджана. На этом маршруте в том числе учитывались и наблюдались большие и восточные синицы [12]. Наблюдения синиц на этом же маршруте проводились и в другие годы.

Кроме того, все эти годы материал собирался посредством нерегулярных и случайных наблюдений как в населенных пунктах, так и за их пределами во все сезоны года.

Деление фенологических сезонов, о которых будет идти речь в нашем исследовании, следующее: зима – со второй декады ноября по первую декаду марта; весна – со второй декады марта по 30 мая; лето – с 1 июня по 15 августа; осень – с 16 августа до первой декады ноября включительно.

В нашем прежнем исследовании, посвященном зимовке восточной синицы в Приамурье [11], соотношение зимующих восточных синиц приводилось относительно всех отловленных в остальные фенологические сезоны, что составило 20%. В данном исследовании мы рассмотрим соотношение зимующих больших и восточных синиц в сравнении с их долей в сезон размножения (весенне-летний период) – до появления слетков – до второй декады июня включительно.

В разделе «Результаты» упоминаются на-

звания населенных пунктов. Приведем здесь их административно-территориальную принадлежность: ЕАО – г. Биробиджан, г. Облучье, с. Пашково, с. Радде, с. Столбовое, с. Екатерино-Никольское, с. Амурзет, с. Ленинское, с. Благодословенное, с. Воскресеновка, с. Найфельд, с. Бирофельд, с. Биджан, с. Пронькино, с. Желтый Яр, п. Будукан, с. Кирга, п. Хинганск, кластер «Бастак» заповедника «Бастак», кластер «Забеловский» заповедника «Бастак»; Амурская область – п. Тырма, с. Грязнушка; Хабаровский край – г. Хабаровск, с. Томское, с. Наумовка, с. Кукан, с. Бычиха и п. Ванино (за пределами зоны симпатрии).

В данном исследовании фенологии восточной синицы за основу взяты те же фенологические параметры, которые ранее были описаны нами для большой синицы в Биробиджане [12], с некоторыми изменениями:

- «предвесенние кочевки зимующих» и «начало массового пения» – факты наиболее раннего появления на местах гнездования восточных синиц (одиночек и в стайках мелких птиц) и активного одновременного пения как минимум двух самцов;

- «весенний пролет» – увеличение количества встреч восточных синиц по сравнению с предшествующим периодом;

- «ухаживающие звуки самцов» – реакцию самца на самку, в ходе которой он издает специфические жужжащие звуки, что можно расценивать как форму «токового» поведения;

- «борьба самцов за самок» – факты конфликтов самцов, возникающие в моменты попыток образования пар или в ходе попытки холостого самца отбить самку в уже сложившейся паре;

- «появление пар на местах гнездования» – фиксация случаев появления пар на гнездовых участках;

- «выпрашивание корма у самца самкой» – поведение, наблюдаемое у уже сложившихся пар до начала гнездостроения и во время размножения, когда самка издает звуки, похожие на голоса слетков, выпрашивающих корм;

- «постройка гнезд» – наблюдения, связанные с гнездостроением;

- «откладка яиц» – наблюдения, связанные с периодом яйцекладки (неполные кладки, спаривание);

- «насиживание кладок» – факты, указывающие на насиживание полных кладок;

- «птенцы» – сведения о появлении птенцов (обнаружение гнезд с птенцами, взрослых птиц с кормом при отсутствии слетков);

- «первые слетки» – факты встречи первых в сезоне размножения слетков, которых кормят взрослые птицы;

- «массовое появление выводков»: факты наблюдений более двух выводков в один день, которых кормят взрослые синицы;

- «поздние выводки»: наблюдения последних в данном сезоне размножения выводков, которых кормят взрослые птицы;

- «кочевки – смешанные стайки», «осенний пролет»: факты встреч кочующих выводков без сопровождения взрослых особей, групп синиц, групп в сопровождении других видов мелких воробьиных птиц, а также восточных синиц в составе крупной смешанной стаи. Разделить период послегнездовых кочевок и осенний пролет нам не удалось – вероятно, одно постепенно переходит в другое.

Результаты

«Зимний период» – с 2004 по 2014 гг. во всей зоне симпатрии была отловлена 451 синица: больших – 370 (82%), гибридов – 23 (5,1%), восточных – 58 (12,9%).

Для сравнения приводим соотношение больших и восточных синиц во всей зоне симпатрии в период размножения. Всего было отловлено 715 синиц, из них:

больших – 518 (72,5%),
гибридов – 36 (5%),
восточных – 161 (22,5%).

Рассмотрим также наиболее обстоятельные отловы на локальной территории, в с. Пашково (ЕАО) и его окрестностях. В зимний период здесь отловлено 142 особи:

больших – 115 (81%),
гибридов – 8 (5,6%),
восточных – 19 (13,4%).

В сезон размножения в с. Пашково отловлено 96 особей, среди них:

больших – 68 (70,8%),
гибридов – 4 (4,2%),
восточных – 24 (25%).

Кроме того, надо отметить, что в с. Пашково нами выявлены оседлые восточные синицы. Всего выявлено 3 особи, 2 самки и 1 самец, достоверно оседло прожившие в Пашково от 8 месяцев до 1 года 10 месяцев. Подобные наблюдения сделаны и в с. Бычиха (за пределами зоны симпатрии) [11].

Оседлость у больших синиц, на примере с. Пашково, значительно более высокая. Из 246 отловленных особей 74 особи прожили в селе 1 год и более, 6 особей более 3 лет. Достоверно

известный максимальный период жизни в селе – 4 года 9 месяцев (у 2 особей).

В ходе учетов в пойме р. Биры (окрестности Биробиджана) с 17 апреля 2010 г. по 23 июня 2013 г. (41 учет) восточная синица встречалась во все месяцы, кроме декабря, января и августа [9].

«Начало предвесенних кочевок зимующих птиц» и «начало массового пения» отмечено с 4 по 27 февраля (3 наблюдения): 4 февраля 2012 г. и 27 февраля 2018 г. в пойме р. Биры (окрестности Биробиджана); 20 февраля 2013 г. в п. Кирга. Пение 2 самцов в 1 день было отмечено во всех трех случаях наблюдений.

«Весенний пролет» – с 3 марта по 27 апреля (20 наблюдений): 4 марта 2005 г. с. Пронькино; 7, 10 и 24 марта 2011 г. в пойме р. Биры (окрестности Биробиджана); 3, 9 и 10 марта 2012 г. с. Кирга; 19 марта 2013 г. с. Кирга; 25 марта 2012 г. охранная зона кластера «Бастак» заповедника «Бастак»; 4 апреля 2006 г. с. Амурзет; 5 апреля 2005 г. кластер «Бастак» заповедника «Бастак»; 11 и 12 апреля 2013 г. окрестности с. Кирга; 15 апреля 2005 г. кластер «Бастак» заповедника «Бастак»; 17, 18, 19 апреля 2012 г. с. Биджан; 19 марта 2017 г. с. Кирга и охранная зона кластера «Бастак» заповедника «Бастак»; 27 апреля 2005 г. окраина Биробиджана. Количество наблюдавшихся восточных синиц было от 1 до 5, в основном одиночки, в том числе в смешанных стайках мелких воробьиных, и группы восточных синиц до 5 особей.

«Ухаживающие звуки самцов» – с 18 апреля по 25 июня (7 наблюдений), а также в сентябре (1 наблюдение): 18 апреля 2012 г. и 23 апреля 2011 г. в с. Биджан; 30 апреля и 1 мая 2010 г. с. Грязнушка; 2 июня 2011 г. окрестности с. Кирга; 24–25 июня 2005 г. с. Екатерино-Никольское; 12 сентября 2011 г. с. Биджан.

«Борьба самцов за самок» – 2 наблюдения: с 25 марта 2015 г. Биробиджан; 10 апреля 2011 в пойме р. Бира (окрестности Биробиджана).

«Появление пар на местах гнездования» – с 3 по 27 апреля (8 наблюдений): 3, 9, 10 апреля 2011 г., пойма Биры (окрестности Биробиджана); 16 апреля 2012 г. с. Биджан; 17 апреля 2010 г. пойма Биры (окрестности Биробиджана); 20 апреля 2012 г. с. Ленинское и Воскресеновка; 27 апреля 2005 окраина Биробиджана.

«Выпрашивание корма у самца самкой» – было сделано только одно наблюдение 09 мая 2015 г. в окрестностях п. Кирга.

«Постройка гнезд» – с 27 апреля по 9 июня (5 наблюдений): 27 апреля 2011 г. пойма р. Биры (окрестности Биробиджана) – 2 наблюдения;

30 апреля – 1 мая 2010 г. Грязнушка; 7 июня 2005 г. охранная зона кластера «Бастак» заповедника «Бастак»; 9 июня 2005 г. окраина Биробиджана.

«Откладка яиц» – с 27 апреля по 30 июня (8 наблюдений): 27 апреля 2011 г. пойма р. Биры (окрестности Биробиджана); 26 апреля 2013 г. Хабаровск (у 3 пар); 7 мая 2006 г. окраина Биробиджана; 12 мая 2012 г. пойма Биры в пределах Биробиджана; 12 июня 2005 г. с. Найфельд; 30 июня 2006 г. с. Радде.

«Насиживание кладок» – с 20 мая по 8 июля (5 наблюдений): 20 мая 2006 г. и 2 июня 2011 г. охранная зона кластера «Бастак» заповедника «Бастак» – в трех гнездах; 24 июня 2005 г. с. Екатерино-Никольское; 8 июля 2012 г. с. Кирга.

«Птенцы» – с 1 июня по 6 июля (11 наблюдений): 1 июня 2006 г. охранная зона кластера «Бастак» заповедника «Бастак» (в 2 гнездах); 7 июня 2005 г. охранная зона кластера «Бастак» заповедника «Бастак» (в 2 гнездах); 8 июня 2005 г. г. Биробиджан; 9 июня 2005 г. окраина Биробиджана; 21 июня 2005 г. и 15 июня 2006 г. окрестности с. Кирга; 20 июня 2005 г. с. Бирофельд; 5 июля 2006 г. окраина Биробиджана; 6 июля 2006 г. окрестности с. Кирга.

«Первые слетки» – с 15 по 30 июня (4 наблюдения): 23 июня 2005 г. с. Столбовое; 30 июня 2006 г. с. Радде; 21 июня 2017 г. окрестности с. Кирга; 15 июня 2019 г. окрестности с. Кирга.

«Массовое появление выводков» – с 25 июня по 27 июля (4 наблюдения): 25 июня 2006 г. с. Пашково; 15 июля 2006 г. кластер «Бастак» заповедника «Бастак»; 26 июля 2006 г. с. Желтый Яр; 6 июля 2012 г. п. Хинганск.

«Кочевки – смешанные стайки», «осенний пролет» – с 20 августа по 7 ноября (45 наблюдений): 9–20 сентября 2005 г. (выраженный пролет – 23 наблюдения) и 20 августа 2006 г. кластер «Забеловский» заповедника «Бастак»; 29 сентября – 4 октября пасека на берегу р. Биры, напротив п. Будукан (выраженный пролет – 11 наблюдений); 13 октября 2006 г. кластер «Бастак» заповедника «Бастак»; 15 октября и 7 ноября 2010 г. пойма р. Биры (окрестности Биробиджана); 12 и 13 сентября 2011 г. с. Биджан; 2 сентября 2012 г. пойма р. Биры (окрестности Биробиджана); 23 сентября 2011 г. п. Ванино (2 наблюдения); 2 октября 2012 г. Облучье, пойма р. Хинган; 4 октября 2012 г. окраина г. Облучье; 6 октября 2012 г. окрестности с. Радде; 17 октября 2012 г. с. Екатерино-Никольское; 20 октября 2012 г. с. Благословенное; 7 октября 2014 г. пойма р. Урми, окрестности с. Томское (4 наблюдения); 8 октября 2014 г. с.

Наумовка (2 наблюдения); 28 и 29 августа 2021 г. п. Тирма.

«Поздние выводки» – сделано 2 наблюдения: 10 сентября 2011 г. в с. Биджан и 24 сентября 2018 г. в с. Кукан.

Зафиксирован факт второй кладки у восточной синицы – 30 июня 2006 г. в с. Радде пойман самец, активно кормящий выводок, и его самка с яйцом в яйцеводе, что указывает на вторую кладку у этой пары. Пойман также 1 из 7 слетков этой пары. В г. Облучье 3 июля 2006 г. был отловлен самец большой синицы, кормящий выводок, его самка насиживала вторую кладку.

Ниже приводим сравнение фенологических параметров большой [12] и восточной синиц с территории Приамурья, а также восточных синиц из Приморья [3, 16] (табл.).

Заключение

Результаты наших зимних исследований показывают способность восточных синиц зимовать и жить оседло в населенных пунктах Приамурья [11]. Выявлено наибольшее колебание доли восточных синиц между сезоном размножения и зимним периодом, а именно уменьшение их доли чуть ли не наполовину: во всей зоне от 22,5% до 12,9%; в с. Пашково – от 25% до 13,4%. Предполагаем, что в естественных местообитаниях уменьшение количества восточных синиц в зимний период гораздо большее. При этом доля больших синиц колебалась заметно меньше, увеличиваясь от сезона размножения к зиме: во всей зоне с 72,5% до 82%; в Пашково – с 70,8% до 81% (интересно, что доля гибридов почти не менялась).

Месяцы, когда зимующие на территории Приамурья восточные синицы наименее заметны, – декабрь и январь. Этот наиболее суровый по климатическим показателям период вынуждает их придерживаться мест, где возможность к выживанию выше – в населенных пунктах с постоянными кормовыми точками и местами для ночевки. Похожую картину зимней жизни описывал А.Г. Ларионов [14] для больших синиц Якутии. Как важный аспект переживания неблагоприятных зимних месяцев он отмечал ночевки синиц в населенных пунктах в отопляемых постройках человека.

В конце же зимнего сезона, как мы предполагаем, исчезновение восточных синиц из населенных пунктов не связано или не всегда связано с наличием или отсутствием корма и (или) вытеснением их большими синицами [11]. Вероятно, это связано с тяготением к кочевкам, к которым этот вид склонен, о чем свидетельствуют как наши, так и наблюдения в Приморье [3].

Таблица

Сравнение фенологических параметров большой [12] и восточной синиц из Приамурья и Приморья [3, 16]

Table

Comparison of phenological parameters of the great [12] and Japanese tits from Priamurye and Primorye [3, 16]

Фенологические параметры	Большая синица	Восточная синица	Данные по восточной синице из Приморья
«Первое пение»	Конец декабря – конец января	Нет наблюдений	
«Начало массового пения» (для восточных синиц это еще и период предвесенних кочевок зимующих птиц)	Вторая декада января – первая декада февраля	В течение февраля	Предвесенние кочевки: с начала февраля до начала апреля [16]
«Раннее утреннее пение»	Третья декада марта – третья декада июня	Нет наблюдений	
«Весенний пролет»	Не отмечен	Март – апрель	Отмечен [16]
«Ухаживающие звуки самцов»	Январь – март	Середина апреля – третья декада июня	
«Борьба самцов за самок»	Середина февраля – третья декада апреля	Третья декада марта – первая декада апреля	
«Появление пар на местах гнездования»	Не выражено	В течение апреля	
«Выпрашивание корма у самца самкой»	Середина февраля – середина мая	Май	
«Постройка гнезд»	Нет наблюдений	Конец апреля – первая декада июня	Третья декада апреля – начала мая [16]. С середины апреля [3]
«Откладка яиц»	Первая декада мая – первая декада июня	Конец апреля – конец июня	Конец апреля, с наибольшим пиком в начале мая, средним в середине июня и наименьшим в середине июля [16]
«Насиживание кладок»	Третья декада мая – третья декада июня	Третья декада мая – первая декада июля	
«Птенцы»	Третья декада мая – третья декада июня	Начало июня – первая декада июля	
«Первые слетки»	Вторая – третья декады июня	Вторая – третья декады июня	Первая декада июня [16]. Во второй половине июня [3]
«Массовое появление выводков»	Третья декада июня	Третья декада июня	Середина июня – конец июля [16]
«Поздние выводки» (2 самых крайних даты)	5 сентября и 2 октября	10 сентября и 24 сентября	
«Кочевки – смешанные стайки»; у восточной синицы продолжение в «осенний пролет»	Первая декада июля – вторая декада сентября	Третья декада августа – первая декада ноября	Период кочевок – с конца июля по апрель [3]
«Осеннее пение самцов»	Вторая декада августа – середина октября	Не отмечено	

Примечание: самая ранняя зарегистрированная дата яйцекладки у большой синицы – 18 апреля 2008 г. (с. Найфельд)

По основным фенологическим параметрам (предвесенние кочевки, весенний пролет, постройка гнезд, откладка яиц, появление первых слетков и массовое появление выводков) восточные синицы Приамурья и Приморья одинаковы. Вероятны различия в периоде кочевок, которые в Приморье более продолжительны, со второй половины лета до весны [3], в Приамурье же они прерываются наиболее холодными зимними месяцами.

По основным фенологическим параметрам непосредственного размножения (откладка яиц, появление птенцов, появление первых слетков, массовое появление слетков, сроки фиксации поздних выводков) большие и восточные синицы Приамурья также сходны.

Интересно, что пение больших синиц с конца декабря – начала января отмечено как на западе России, в Ленинградской области [4, 5], так и на востоке (Биробиджан). То же самое касается осеннего пения у этого вида [17, наши данные]. Ну и основные параметры непосредственного гнездования у большой синицы на западе России [2] и на востоке (Биробиджан) отличаются только деталями.

Различия больших и восточных синиц Приамурья в их территориальных связях и, в частности, в особенностях приспособленности к переживанию зимнего периода, а именно полная оседлость в Приамурье больших синиц и более гибкие, но и менее стойкие территориальные связи восточных синиц, не дающие им конкурентного преимущества в гнездовании в населенных пунктах в данных условиях. Большие синицы осваивают населенные пункты, несомненно, лучше, имея приоритет в первенстве распределения по гнездовым участкам. Вероятно, предгнездовой период – решающий в плане заселения территории с целью дальнейшего гнездования.

Обозначим преимущество больших синиц перед восточными в предгнездовой период в условиях населенных пунктов Приамурья: количество зимующих особей; количество оседлых особей; более раннее, чем у восточных синиц, начало вокальной активности; аспекты репродуктивного поведения – «ухаживающие звуки самцов» и «борьба самцов за самок», отмечаемые еще до того, как у восточных синиц начинаются предвесенние кочевки; раннее утреннее пение, вероятно, маркирующее начало массового образования пар и распределения по гнездовым участкам у больших синиц, начинается тогда, когда большая часть восточных синиц находится еще в процессе весеннего пролета.

Мы не утверждаем, что фенологические факторы – единственные, дающие преимущество большой синице в заселении населенных пунктов Приамурья. Может быть, играет роль разница в размерах, агрессивность или иные параметры. Несомненно, все эти вопросы требуют дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Березовиков Н.Н. Осеннее пение большой синицы *Parus major* в Алматы // Русский орнитологический журнал. 2021. Т. 30, № 2139. С. 5451–5452.
2. Венгеров П.Д. Экология размножения большой синицы (*Parus major*) в островном лесу Центрального Черноземья (на примере Воронежского заповедника) // Вестник Оренбургского пед. ун-та. 2018. Т. 1, № 25. С. 9–24.
3. Глущенко Ю.Н. Птицы Приморского края: краткий фаунистический обзор / Ю.Н. Глущенко, В.А. Нечаев, Я.А. Редькин. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2016. 523 с.
4. Дмитриев А.В. О первой песне большой синицы *Parus major* // Русский орнитологический журнал. 2020. Т. 29, № 1891. С. 858–862.
5. Домбровский К.Ю. Пение большой синицы *Parus major* в декабре // Русский орнитологический журнал. 2012. Т. 21, № 732. С. 434–435.
6. Капитонова Л.В. Опыт создания искусственных гнездовых, для привлечения птиц отряда Воробьиных (Passeriformes) // Природа заповедника «Бастак»: 56-я ежегод. науч.-практ. конф. Благовещенск, 2006. Вып. 3. С. 121–123.
7. Капитонова Л.В., Смиринский С.М., Селиванова Д.С., Федоров В.В., Формозов Н.А. История ареалов большой (*Parus major*) и восточной (*Parus minor*) синиц в Приамурье // Зоологический журнал. 2011. Т. 90, № 10. С. 1230–1244.
8. Капитонова Л.В., Формозов Н.А., Федоров В.В., Керимов А.Б., Селиванова Д.С. Различия в поведении и экологии большой (*Parus major* Linneus, 1758) и восточной (*P. minor* Temminck et Schlegel, 1848) синиц как возможные факторы поддержания устойчивости видоспецифических фенотипов в зоне сообитания и локальной гибридизации в Приамурье // Дальневосточный орнитологический журнал. 2012. № 3. С. 37–46.
9. Капитонова Л.В. К видовому разнообразию птиц в антропогенном ландшафте Среднего Приамурья – окрестности г. Биробиджана // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 2. С. 54–63.

10. Капитонова Л.В. Большая и восточная синицы на северо-восточной окраине зоны симпатрии // XIV Международная орнитологическая конференция Северной Евразии: тез. Алматы, 2015. Т. 1. С. 227–228.
11. Капитонова Л.В. Некоторые аспекты зимовки восточной синицы *Parus minor* в Приамурье // Русский орнитологический журнал. 2019. Т. 28, № 1865. С. 5985–5987.
12. Капитонова Л.В. Фенология большой синицы (*Parus major*) в Биробиджане (Еврейская автономная область) // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 2. С. 44–48. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-44-48.
13. Керимов А.Б., Формозов Н.А. Зоны вторичных контактов в кольцевом ареале большой синицы (юго-западная Туркмения, Приамурье) // Изучение воздействия биотических и абиотических факторов на флору и фауну СССР. Доклады МОИП. Зоология и ботаника. М., 1986. С. 27–31.
14. Ларионов А.Г. Экспансия большой синицы *Parus major* в Якутии // Русский орнитологический журнал. 2022. Т. 31, № 2236. С. 4484–4488.
15. Назаренко А.А., Вальчук О.П., Мартенс Й. Вторичный контакт и перекрытие популяций большой – *Parus major* и восточноазиатской *P. minor* синиц на Среднем Амуре // Зоологический журнал. 1999. Т. 78, № 3. С. 372–381.
16. Поливанов В.М. Экология птиц-дуплогнезdnиков Приморья. М.: Наука, 1981. 171 с.
17. Попов И.Н. Птицы Баболовского парка // Русский орнитологический журнал. 2007. Т. 16, № 339. С. 3–27.
- 2020, vol. 29, no. 1891, pp. 858–862. (In Russ.).
5. Dombrovsky K.Yu. Singing of the great tit *Parus major* in December. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2012, vol. 21, no. 732, pp. 434–435. (In Russ.).
6. Kapitonova L.V. Experience in creating artificial nesting sites to attract passerine birds (Passeriformes), in *Priroda zapovednika «Bastak»: 56-aya ezhegod. nauch.-prakt. konf.* (Nature of the Bastak Nature Reserve: 56th annual scientific and practical conference. Blagoveshchensk, 2006, no. 3, pp. 121–123. (In Russ.).
7. Kapitonova L.V., Smirenskii S.M., Selivanova D.S., Fedorov V.V., Formozov N.A. The history of ranges of the great tit (*Parus major*) and Japanese tit (*Parus minor*) in the Amur region. *Zoologicheskii zhurnal*, 2011, vol. 90, no. 10, pp. 1230–1244. (In Russ.).
8. Kapitonova L.V., Formozov N.A., Fedorov V.V., Kerimov A.B., Selivanova D.S. Peculiarities of behavior and ecology of the Great tit *Parus major* Linneus, 1758 and Japanese tit *P. minor* Temmink et Schlegel, 1848 as possible factors of maintaining the stability of species-specific phenotypes in the area of sympatry and local hybridization in the Amur Region. *Dal'nevostochnyi ornitologicheskii zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 37–46. (In Russ.).
9. Kapitonova L.V. On the specific variety of birds in the anthropogenic landscape of Middle Primamurie (in the vicinities of Birobidzhan). *Regional'nye problemy*, 2013, vol. 16, no. 2, pp. 54–63. (In Russ.).
10. Kapitonova L.V. Great Tit and Japanese Tit on the north-eastern edge of the zone of sympatric, in *XIV Mezhdunarodnaya ornitologicheskaya konferentsiya Severnoi Evrazii: tez.* (XIV International Ornithological Conference of Northern Eurasia: abstracts). Алматы, 2015, vol. 1, pp. 227–228. (In Russ.).
11. Kapitonova L.V. Some aspects of wintering of the Japanese tit *Parus minor* in Primamurie. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2019, vol. 28, no. 1865, pp. 5985–5987. (In Russ.).
12. Kapitonova L.V. Pfenology of the Great Tit (*Parus Major*) in Birobidzhan (Jewish Autonomous Region). *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 2, pp. 44–48. (In Russ.).
13. Kerimov A.B., Formozov N.A. Zones of secondary contacts in the ring habitat of the great tit (southwestern Turkmenistan, Amur region), in *Izuchenie vozdeistviya bioticheskikh i abioticheskikh faktorov na floru i faunu SSSR. Doklady*

REFERENCES:

1. Berezovikov N.N. Autumn singing of the great tit *Parus Major* in Almaty. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2021, vol. 30, no. 2139, pp. 5451–5452. (In Russ.).
2. Vengerov P.D. Breeding Ecology of the Great Tit (*Parus Major*) in the Central Black Earth Region Forest Outlier (on the Example of the Voronezh Nature Reserve). *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2018, vol. 1, no. 25. pp. 9–24. (In Russ.).
3. Glushchenko Yu.N. *Ptitsy Primorskogo kraja: kratkii faunisticheskii obzor* (Birds of Primorsky Krai: a brief faunal review), Yu.N. Glushchenko, V.A. Nechaev, Ya.A. Red'kin. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2016. 523 p. (In Russ.).
4. Dimitriev A.V. About the first song of the great tit *Parus major*. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*,

- MOIP. *Zoologiya i botanika* (Study of the impact of biotic and abiotic factors on the flora and fauna of the USSR. MOIP reports. Zoology and Botany). Moscow, 1986, pp.27–31. (In Russ.).
14. Larionov A.G. Expansion of the great tit *Parus major* in Yakutia. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2022, vol. 31, no. 2236, pp. 4484–4488. (In Russ.).
 15. Nazarenko A.A., Valchuk O.P., Martens J. Secondary contact and overlap of *Parus Major* and *Parus Minor* populations of the Middle Amur River Basin. *Zoologicheskii zhurnal*, 1999, Vol. 78, no. 3, pp. 372–381. (In Russ.).
 16. Polivanov V.M. *Ekologiya ptits-duplognezdnikov Primor'ya* (Ecology of hollow nesting birds in Primorye). Moscow: Nauka Publ., 1981. 171 p. (In Russ.).
 17. Popov I.N. The Birds of Babolovsky Park of Pushkin, St. Petersburg. *Russkii ornitologicheskii zhurnal*, 2007, vol. 16, no. 339, pp. 3–27. (In Russ.).

PHENOLOGY OF THE AMUR REGION TITS SUPERSPECIES *PARUS MAJOR* IN THE CONTEXT OF HEIR RELATIONSHIPS IN THE ZONE OF SYMPATRY AND HYBRIDIZATION

L.V. Kapitonova

*The paper considers the phenological parameters of the great tit (*Parus major*) and Japanese tit (*Parus minor*) in Priamurye. In the cohabitation zone of these species, there are places where pronounced hybridization occurs and the areas where it fades and stabilizes. This leads to the zone of sympatry subdivision into three main parts: western, central, and eastern. To understand the phenomenon of hybridization in these parts, its changes and differences, the phenological parameters of the eastern tit were studied and compared with those of the great tit.*

For the Japanese tit, the author has determined the dates of pre-spring migrations, flight and appearance at nesting sites, spring singing of males, the period of courtship and struggle for females, nest construction and egg laying, incubation of clutches, the appearance of chicks and fledglings, late broods, and also autumn migrations. It is given the data on this species wintering in Priamurye.

The same indicators are compared with those for the great tit. It is revealed that the great tit males begin to sing early – from the end of December to the beginning of January, still in wintering groups. The aspects of behavior preceding direct reproduction: courtship of males for females, struggle between males for females, begging for food from males by females in already established pairs, are also manifested in great tits in wintering groups when there is not yet the Japanese tit main population at breeding sites. The spring flight and mass appearance of the Japanese tit at nesting sites occurs since March, and pairs form in nesting sites in April. However, the indicators of direct reproduction in these species coincide in time.

Keywords: *phenology, great tit, japanese tit, superspecies *Parus major*, Priamurye, hybridization, sympatry zone, breeding season, male singing, egg laying, appearance of chicks, fledglings, broods, mixed flocks, nomads, migrations.*

Reference: Kapitonova L.V. Phenology of the Amur region tits superspecies *Parus major* in the context of heir relationships in the zone of sympatry and hybridization. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 14–23. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-14-23.

Поступила в редакцию 13.11.2023

Принята к публикации 18.12.2023

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 575.2:599.742.4

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СОБОЛЯ (*MARTES ZIBELLINA* LINNAEUS, 1758) ПРИАМУРЬЯ: КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СУБПОПУЛЯЦИЙ

А.Л. Брыкова, Д.В. Родимцева, 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: RodimtsevaDV@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-9485-0641>;
e-mail: l.frisman@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4674-5978>

Проведенный ранее мониторинг аллельного состава субпопуляций соболя Приамурья в охотничьи сезоны 2011–2021 гг. показал присутствие аллелей, маркирующих различия соболиного населения левобережья и правобережья р. Амур. При попарном сравнении сезонных сборов субпопуляций лево- и правобережья был обнаружен разброс уровня генетической дифференциации от практически нулевых значений до промежуточного уровня. Стало понятно, что для определения количества различающихся генетических групп соболя в данном регионе необходимо привлечение дополнительных математических методов работы с полученными данными.

Целью настоящей работы является определение и визуализация наиболее вероятного числа различающихся генетических групп соболей рассматриваемой территории. Были изучены три субпопуляции соболя Буреинского нагорья (левобережье р. Амур) и для сравнения рассмотрена одна субпопуляция с западных склонов Сихотэ-Алиня (правобережье р. Амур). Анализ данных по двум микросателлитным локусам Ma3 и Mer041 на материале охотничьих зимних сезонов с 2011 г. по 2022 г. проведен с помощью программ Structure 2.3.4 и Structure Harvester.

По результатам, полученным с помощью этих программ, можно предположить, что на рассматриваемой территории данный вид представлен двумя генетическими группами (кластерами) – «левобережной» и «правобережной». Структура сохраняется как для материала сборов рассматриваемых зимних охотничьих сезонов 2012–2013 гг. и 2013–2014 гг., так и для суммарных сборов 2011–2022 гг. Формирование такой структуры, несомненно, – результат наложения истории становления ареала вида и генетической специфики различающихся антропогенно обусловленных интродукций из двух географических районов, проводимых здесь в середине прошлого века.

Ключевые слова: *соболя, кластерный анализ, генетические группы, микросателлитные локусы, субпопуляции, Буреинское нагорье.*

Образец цитирования: Брыкова А.Л., Родимцева Д.В., Фрисман Л.В. Генетическая структура соболя (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) Среднего Приамурья: кластерный анализ субпопуляций право- и левобережья реки Амур // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 24–32. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-24-32.

Соболь – промысловый пушной зверек, заселяющий хвойные и смешанные леса России от Предуралья до Тихого океана. Нерациональный промысел, процветающий с XVII по начало XX столетия, привел к исчезновению природных популяций на большей части ареала этого вида на

русской территории. Централизованный запрет на охоту и массовые интродукции зверьков из двух географических районов – окрестностей оз. Байкал и севера Буреинского хребта – восстановили численность. Возникла необходимость описания структуры вновь сформированных по-

пуляций в различных частях ареала. Развитие методов молекулярно-генетического анализа и обработки полученных данных стимулировало работу. В последние десятилетия в качестве генетических маркеров популяционной структуры активно и успешно привлекаются микросателлиты – адаптивно нейтральные и кодоминантно наследуемые гены ядерной ДНК [2, 10, 11].

Уже первые исследования маркеров митохондриальной ДНК соболя привлекли внимание к обитателям правобережья Амура, а именно хребта Сихотэ-Алинь. Сравнение пространственно разобщенных популяций территории России показало, что уровень аллельного разнообразия популяции Сихотэ-Алиня значительно превышает подобный показатель в исследованных популяциях Сибири, Камчатки и Урала. Для ряда локусов (среди них Ma3 и Mer041) были обнаружены аллели, встречающиеся только у соболей Сихотэ-Алиня [3].

Сравнение аллельного разнообразия трех микросателлитных локусов (Ma2, Ma3 и Mer041) в субпопуляциях соболей с Буреинского нагорья и западной части Сихотэ-Алиня по сборам одного охотничьего сезона 2012–2013 гг. позволило обнаружить более высокий уровень аллельного разнообразия в субпопуляции правобережья (Сихотэ-Алинь) по сравнению с левобережными [5]. Для локусов Ma3 и Mer041 были обнаружены аллели, маркирующие субпопуляции по обе стороны р. Амур. Однако частота встречаемости таких аллелей оказалась низкой. Полученные значения попарных F_{ST} между пространственно разобщенными группами обитателей северной, центральной частей и южных отрогов Буреинского хребта не противоречили нулевой гипотезе отсутствия их дифференциации, что позволило рассматривать эти географические субпопуляции в рамках единой популяции. Однако попарное сравнение субпопуляции соболей Сихотэ-Алиня с субпопуляциями Буреинского хребта показало, что результат неоднозначен. Определялись как нулевой, так и слабый, но статистически достоверный уровни дифференциации.

Наиболее перспективные для исследования локусы Ma3 и Mer041, характеризующиеся присутствием уникальных аллелей в субпопуляциях лево- либо правобережья Амура в сезон 2012–2013 гг., были включены нами в мониторинговое исследование, проведенное на материале, собранном в охотничьи сезоны с 2011–2012 гг. по 2020–2021 гг. [9]. Мониторинг аллельного состава в трех субпопуляциях соболя Буреинского хребта и одной субпопуляции соболя Сихотэ-Алиня по-

казал присутствие четырех аллелей, маркирующих различия соболинго населения левобережья и правобережья р. Амур. Однако эти аллели, как правило, относятся к категории редких и встретились в выборках только одного либо двух сезонов. Оценки наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, соответствия распределению Харди-Вайнберга и F-статистик, проведенные с помощью программы Arlequin, подтвердили обнаруженную в сезон 2012–2013 гг. относительную однородность популяционной структуры соболя Буреинского хребта в рассматриваемый отрезок времени. Однако при попарном сравнении сезонных сборов географических субпопуляций лево- и правобережья Амура обнаружен разброс уровня генетической дифференциации от практически нулевых значений до промежуточного уровня. Стало понятно, что для определения количества различающихся генетических групп соболя в данном регионе необходимо привлечение дополнительных математических методов работы с полученными данными.

Цель настоящего исследования – определить и визуализировать наиболее вероятное число различающихся генетических групп у соболей рассматриваемой территории.

Задача – по данным аллельного разнообразия локусов Ma3 и Mer041 провести оценку популяционной структуры соболя Буреинского нагорья и западной части Сихотэ-Алиня с помощью программ Structure 2.3.4 [7] и Structure Harvester [6].

Рассматривается суммарный материал 2011–2022 гг. и отдельно материал сезонов 2012–2013 гг. и 2013–2014 гг., наиболее полно представленных в нашем исследовании.

Материалы и методы

В работе использован биологический материал от 633 соболей из четырех географических районов (северной, центральной и южной частей Буреинского хребта и западной части Сихотэ-Алиня), охватывающий охотничьи сборы 2011–2022 гг. Ни одно животное не было отловлено специально для данной работы. Материал предоставлен охотниками, имеющими лицензии на отлов соболей.

Исследуемые субпопуляции левобережья р. Амур, локализованные на Буреинском нагорье, условно обозначены нами как «Маган» (охотничьи сборы в северной части Буреинского хребта в верховьях р. Буря), «Сутырь» (охотничьи сборы в средней части Буреинского хребта у притоков среднего течения р. Буря) и «Каменушка» (охотничьи сборы в бассейне р. Бира, в южной части

Буреинского хребта и северной части хребта Малый Хинган). Субпопуляция правобережья Амура обозначена как «Сихотэ-Алинь» (охотничьи сборы около рек Манома и Хар). Ниже представлено географическое происхождение (рис. 1), по-сезонное и численное распределение собранного материала (табл.). Подробно этапы работы с материалом и методы выявления микросателлитных локусов представлены в [9].

Оценка популяционной структуры соболя проведена в программе Structure 2.3.4 [8], в которой используются методы Монте-Карло, в ее основе лежит схема марковской цепи (Markov Chain Monte Carlo, MCMC). Это дает возможность минимизировать неравновесное состояние соответствия распределению Харди-Вайнберга в кластерном анализе особей [12]. Данная программа также применялась для визуализации результатов и их математического подтверждения методами G. Evanno [7]. Особенность ввода исходных дан-

ных в Structure 2.3.4 дает возможность расширить объем выборки за счет того, что можно включать особей, по которым был обработан всего один из двух рассматриваемых маркеров (данные недостающего локуса указываются как «Missing data -1»).

Для предварительного выбора стартовой точки марковской цепи («burnin») проводили 500 000 итераций с последующим построением марковской цепи с 1 000 000 итераций для гипотетического числа различающихся генетических групп (K) от 1 до 6 в пятикратной повторности для каждой величины K.

Для интерпретации результатов использовано максимальное значение ΔK , полученное с помощью веб-программы Structure Harvester [6], в которой для определения наиболее вероятного числа генетических групп или, как их называют авторы программы, «кластеров» используется метод G. Evanno [7].

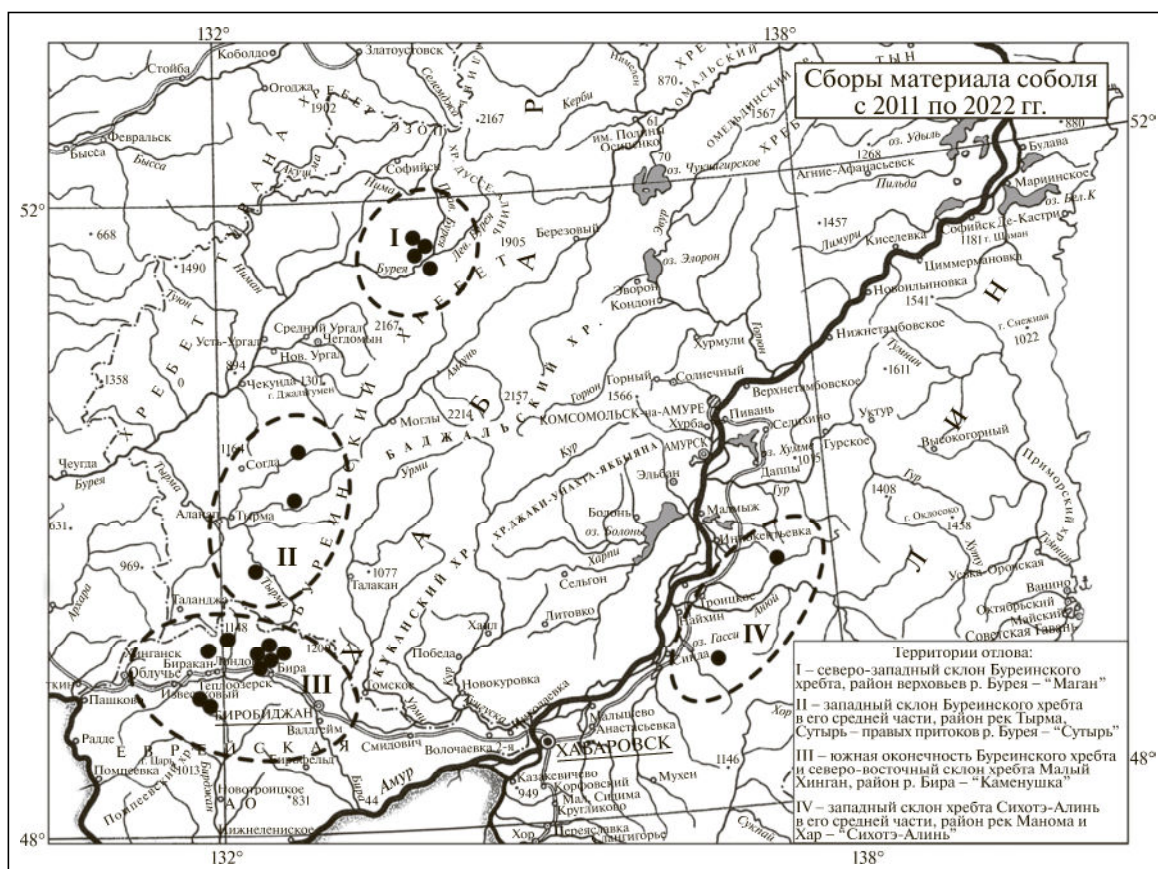


Рис. 1. Географическая локализация районов сбора материала соболя на территории Среднего Приамурья

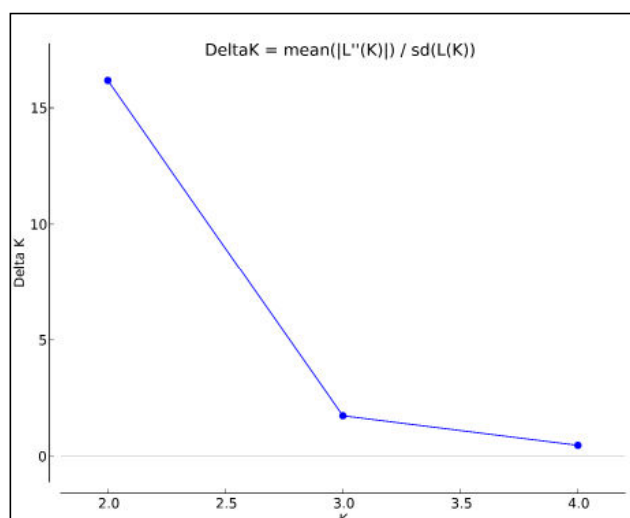
Fig. 1. Geographical localization of the areas of collecting sable material in the Middle Amur Region

Geographical localization and quantity of the studied sable material by season

Субпопуляции	Общее число животных	Число животных в отдельные охотничьи сезоны								
		2011–2012	2012–2013	2013–2014	2014–2015	2015–2016	2017–2018	2019–2020	2020–2021	2021–2022
Левобережье р. Амур										
I «Маган»	150	–	14	21	52	–	–	43	20	–
II «Сутырь»	187	–	52	30	35	33	–	–	–	37
III «Каменушка»	173	19	15	54	–	34	–	–	31	20
Правобережье р. Амур										
IV «Сихотэ-Алинь»	123	–	30	28	–	16	23	26	–	–
Суммарно	633	19	111	133	87	83	23	69	51	57

Результаты

Моделирование популяционной структуры в программе Structure 2.3.4 определило возможное число генетических групп в выборке. Согласно данным, полученным с помощью Structure Harvester, их наиболее вероятное число в выборках сезонов 2012–2013 гг., 2013–2014 гг. и суммарной выборке 2012–2022 гг. одинаково и равно двум, так как для каждой из них наибольшее значение параметра ΔK установлено при $K=2$. На рис. 2 в качестве примера показан график значений ΔK для суммарной выборки 2011–2022 гг. (рис. 2). Выявленные характеристики принадлежности к группам представлены во всех рассматриваемых субпопуляциях, но с различающимися коэффициентами принадлежности.



Сезон 2012–2013 гг.

Для материала этого сезона во вкладке «Столбчатая диаграмма» программы Structure 2.3.4 при $K=2$ получено следующее изображение распределения генотипов в рассматриваемых субпопуляционных выборках (рис. 3). Каждая особь на этой диаграмме представлена вертикальной линией, разделенной на K цветовых сегментов, где длина каждого пропорциональна расчетному коэффициенту принадлежности к группе.

Полученная столбчатая диаграмма отображает наибольшую генетическую близость двух из трех буреинских субпопуляций, центральной – «Сутырь» и южной – «Каменушка». Несколько отличается от них субпопуляция северной части Буреинского хребта – «Маган». Наибольшим образом выделяется субпопуляция «Сихотэ-Алинь».

По треугольной диаграмме программы Structure 2.3.4 (рис. 4) можно визуальнo оценить, как субпопуляции распределяются на два кластера.

Из треугольной диаграммы (рис. 4) видно, что субпопуляции левобережья р. Амур объединяются в один кластер. Субпопуляция «Сихотэ-

Рис. 2. График значений ΔK для суммарной выборки 2011–2022 гг., максимальное значение при $K=2$

Fig. 2. Graph of ΔK values for the total sample of 2011–2022, the maximum value at $K = 2$

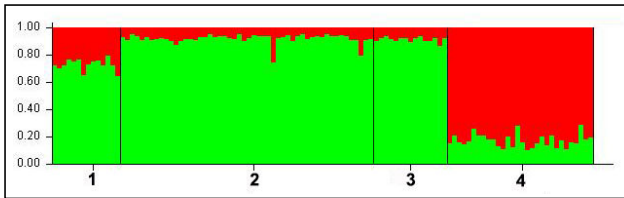


Рис. 3. Столбчатая диаграмма распределения генотипов субпопуляций соболя охотничьего сезона 2012–2013 гг. при $K=2$; по вертикали – доля частот аллелей соответствующей генетической группы (апостериорная вероятность), по горизонтали – обозначения субпопуляций: 1 – «Маган», 2 – «Сутырь», 3 – «Каменушка», 4 – «Сихотэ-Алинь»

Fig. 3. Bar chart of genotype distribution of the 2012–2013 sable sub-populations hunting season at $K=2$; vertically – the proportion of allele frequencies of the corresponding genetic group (a posteriori probability), horizontally – the designations of sub-populations: 1 – «Magan», 2 – «Sutyry», 3 – «Kamenushka», 4 – «Sikhote-Alin»

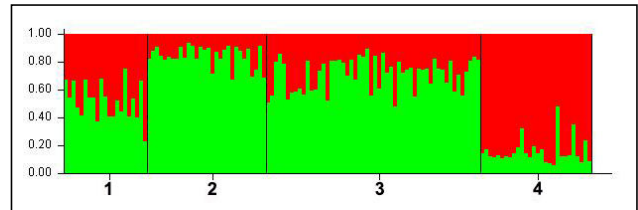


Рис. 5. Столбчатая диаграмма распределения генотипов субпопуляций соболя охотничьего сезона 2013–2014 при $K=2$; по вертикали – доля частот аллелей соответствующей генетической группы (апостериорная вероятность), по горизонтали – обозначения популяций: 1 – «Маган», 2 – «Сутырь», 3 – «Каменушка», 4 – «Сихотэ-Алинь»

Fig. 5. Bar chart of sable sub-populations genotype distribution for the 2013–2014 hunting season at $K=2$; vertically – the proportion of allele frequencies of the corresponding genetic group (a posteriori probability), horizontally – population designations: 1 – «Magan», 2 – «Sutyry», 3 – «Kamenushka», 4 – «Sikhote-Alin»

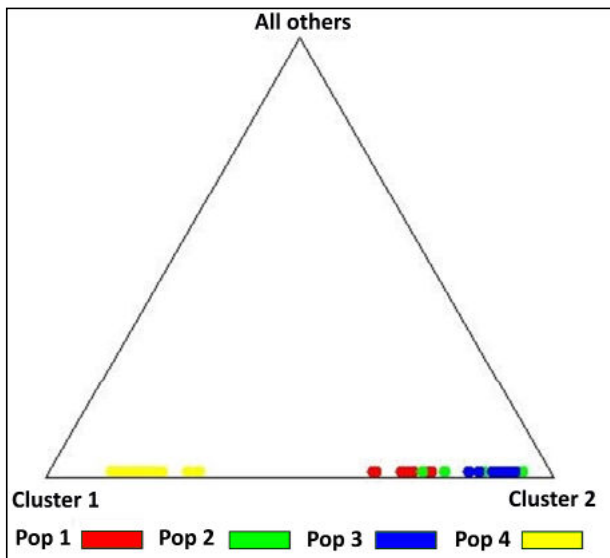


Рис. 4. Треугольная диаграмма распределения субпопуляций в выборке соболей охотничьего сезона 2012–2013 гг.

1 – «Маган», 2 – «Сутырь», 3 – «Каменушка», 4 – «Сихотэ-Алинь»

Fig. 4. Triangular diagram of sub-populations distribution in the sample of sables for the 2012–2013 hunting season.

1 – «Magan», 2 – «Sutyry», 3 – «Kamenushka», 4 – «Sikhote-Alin»

Алинь» в этот сезон представляет отдельный кластер, не пересекающийся с левобережным.

Сезон 2013–2014 гг. Для материала этого сезона столбчатая диаграмма (Structure 2.3.4) при $K=2$ выглядит следующим образом (рис. 5).

Судя по ней, субпопуляции Буреинского хребта относятся к одной генетической группе, в которой субпопуляции «Сутырь» и «Каменушка» так же, как и в сезон 2012–2013 гг., наиболее близки друг к другу. Отдельно представлена субпопуляция «Сихотэ-Алинь». Треугольная диаграмма программы Structure 2.3.4 (рис. 6) для сезона 2013–2014 гг. показывает значительное взаимное наложение состава левобережных субпопуляций. В этом сезоне наблюдается пересечение сихотэ-алинской группы (правобережного кластера) с северной буреинской субпопуляцией «Маган».

Суммарный материал сборов 2011–2022 гг. Для суммарной выборки при $K=2$ получено следующее изображение (рис. 7). Судя по столбчатой диаграмме, картина, полученная при анализе материала по девяти охотничьим сезонам с 2011 г. по 2022 г., аналогична с той, что представлена в двух рассмотренных выше сезонах: единая генетическая группа субпопуляций Буреинского хребта и отдельно – субпопуляция Сихотэ-Алиня.

По треугольной диаграмме (Structure 2.3.4) (рис. 8) можно визуальнo оценить, как субпопуля-

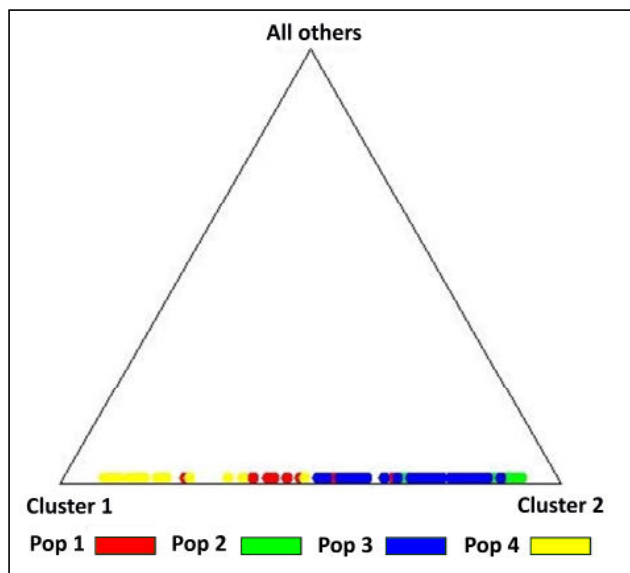


Рис. 6. Треугольная диаграмма распределения субпопуляций в выборке соболей охотничьего сезона 2013–2014 гг.

1 – «Маган», 2 – «Сутырь», 3 – «Каменушка», 4 – «Сихотэ-Алинь»

Fig. 6. Triangular diagram of sub-populations distribution in the sample of sables for the 2013–2014 hunting season.

1 – «Magan», 2 – «Sutyry», 3 – «Kamenushka», 4 – «Sikhote-Alin»

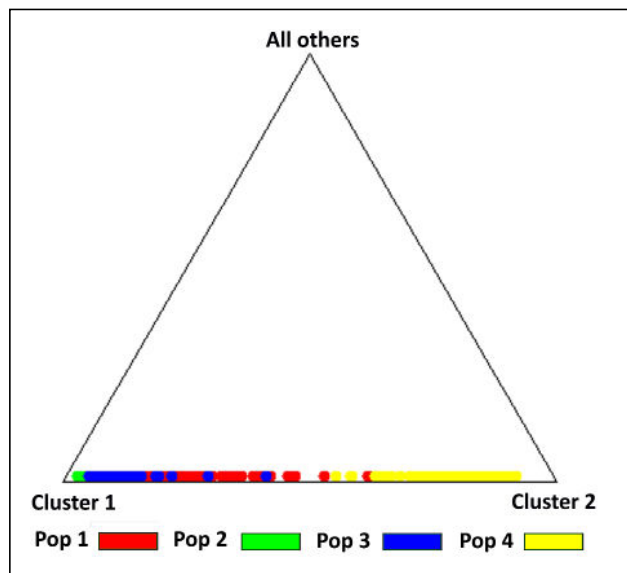


Рис. 8. Треугольная диаграмма распределения субпопуляций в суммарной выборке соболей 2011–2022 гг.

1 – «Маган», 2 – «Сутырь», 3 – «Каменушка», 4 – «Сихотэ-Алинь»

Fig. 8. Triangular diagram of sub-populations distribution in the total sample of sables 2011–2022.

1 – «Magan», 2 – «Sutyry», 3 – «Kamenushka», 4 – «Sikhote-Alin»

ции, представленные суммарными сборами, разделяются на два кластера.

По данным суммарных выборок субпопуляции Буреинского хребта также объединены в одну генетическую группу (кластер). Привлекает внимание частичное наложение субпопуляций севера Буреинского хребта «Маган» с сихотэ-алинской субпопуляцией (правобережным кластером).

Обсуждение

Результат кластерного анализа четырех субпопуляций, полученный с помощью алгоритма Structure, показывает существование на рассматриваемой территории двух кластеров – левобережного и правобережного по отношению к реке Амур. Формирование такой структуры, несомненно, результат наложения истории становле-



Рис. 7. Столбчатая диаграмма распределения генотипов субпопуляций соболя по суммарным сборам 2011–2022 гг., при K=2; по вертикали – доля частот аллелей соответствующей генетической группы (апостериорная вероятность), по горизонтали – обозначения субпопуляций: 1 – «Маган», 2 – «Сутырь», 3 – «Каменушка», 4 – «Сихотэ-Алинь»

Fig. 7. Bar chart of sable sub-populations genotypes distribution by total collections of 2011–2022, at K=2; vertically – the proportion of allele frequencies of the corresponding genetic group (a posteriori probability), horizontally – the designations of subpopulations: 1 – «Magan», 2 – «Sutyry», 3 – «Kamenushka», 4 – «Sikhote-Alin»

ния ареала вида на данной территории и генетической специфики различающихся антропогенно обусловленных интродукций, проводимых здесь в середине прошлого века.

По современным представлениям северный Сихотэ-Алинь, особенно его восточные склоны, с сохранявшимися здесь в ледниковые периоды плейстоцена лесными рефугиумами [4] – это территория, где соболь мог пережить плейстоценовое оледенение и по его окончанию расселиться по Северной Евразии [1]. Ближайшими районами такого расселения являлись леса левобережья Амура, в том числе Буреинского нагорья. Это означает, что автохтонные популяции левобережья и правобережья Амура исходно должны быть близки при несколько меньшем аллельном разнообразии на левобережье, обусловленном эффектом основателя. После антропогенно организованного падения численности начала XX века очаги автохтонных соболей сохранились на Сихотэ-Алине лишь в недоступных человеку горных участках. Сохранился автохтонный соболь и на севере Буреинского хребта, откуда зверьки были расселены в различные регионы России, в том числе и в южную часть Буреинского нагорья. Таким образом, современные субпопуляции Буреинского хребта являются потомками северной автохтонной формы этой территории, с несколько меньшим аллельным разнообразием за счет эффекта основателя. Историческая общность происхождения и единый источник интродукции объясняет их объединение в единую группу.

В то же время генетическая структура сихотэ-алинской субпопуляции, выделяемая с помощью алгоритма программы Structure в отдельную группу, потенциально должна отличаться от буреинской, так как может иметь в своем составе характеристики трех его составляющих: автохтонной сихотэ-алинской и двух реинтродуцированных – северо-буреинской и иркутской. Именно в этой генетической группе выявлено наибольшее аллельное разнообразие среди четырех представленных субпопуляций [5]. Изменяющаяся структура сихотэ-алинской генетической группы может быть обусловлена существованием на Сихотэ-Алине пространственно неоднородной популяционной структуры, сформировавшейся из двух интродуцированных и автохтонной форм. Данная неоднородность проявляется в динамике аллельного разнообразия, в разбросе генетических дистанций как при сравнении сихотэ-алинских сезонных сборов, так и сезонных сборов лево- и правобережья [9], что отражено в структуре столбчатых и треугольных сезонных диаграмм.

Немаловажным фактором, изменяющим популяционную структуру соболя, может быть антропогенное воздействие, которое, судя по полученным данным мониторинга 2011–2022 гг., не изменяет значимо генетическую структуру буреинских субпопуляций. Для выделения фактора, определяющего изменение популяционной структуры в генетической группе Сихотэ-Алиня, необходимо расширение географии собираемого материала. Дальнейший мониторинг уже известных субпопуляций, поиск наиболее информативных микросателлитных маркеров и подбор программ для обработки полученных данных позволят дополнить исследование популяционной структуры соболя Приамурья, оценить и понять причины ее изменения в пространстве и во времени.

Исследование выполнено при поддержке гранта департамента образования Еврейской автономной области (ЕАО) в соответствии с распоряжением губернатора ЕАО Р.Э. Гольдштейна от 10.05.2023 № 104-рз.

Авторы заявляют об отсутствии потенциального или явного конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Абрамов К.Г. Соболь в охотничьем хозяйстве Дальнего Востока. М.: Наука, 1967. 116 с.
2. Каштанов С.Н., Свищева Г.Р., Лазебный О.Е., Колобков Д.С., Пищулина С.Л., Мещерский С.Л., Рожнов В.В. Влияние антропогенных факторов на генетическое разнообразие вида соболь (*Martes zibellina* L.) // Молекулярная биология. 2015. Т. 49, № 3. С. 449–454. DOI: 10.7868/S002689841503009X.
3. Каштанов С.Н., Свищева Г.Р., Пищулина С.Л., Лазебный О.Е., Мещерский И.Г., Симакин Л.В., Рожнов В.В. Географическая структура генофонда соболя (*Martes zibellina* L.): данные анализа микросателлитных локусов // Генетика. 2015. Т. 51, № 1. С. 78–88. DOI: 10.7868/S001667581501004X.
4. Крестов П.В., Баркалов В.Ю., Омелько А.М., Якубов В.В., Накамура Ю., Сато К. Реликтовые комплексы растительности современных рефугиумов северо-восточной Азии // Комаровские чтения. Владивосток: Дальнаука, 2009. Вып. 56. С. 5–63.
5. Фрисман Л.В., Шлюфман К.В., Брыкова А.Л. Генетическая структура популяции соболя (*Martes zibellina* L.) Буреинского нагорья по сборам одного охотничьего сезона // Региональные проблемы. 2019. Т. 22, № 4. С. 46–55. DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-4-46-55.

6. Earl Dent A., VonHoldt B.M. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method // *Conservation Genetics Resources*. 2012. Vol. 4. P. 359–361. DOI: 10.1007/s12686-011-9548-7.
 7. Evanno G., Regnaut S., Goudet J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study // *Molecular ecology*. 2005. Vol. 14, N 8. P. 2611–2620. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x.
 8. Falush D., Stephens M., Pritchard J.K. Inference of population structure using multilocus genotype data: linked loci and correlated allele frequencies // *Genetics*. 2003. Vol. 164, N 4. P. 1567–1587. PMID: 12930761.
 9. Frisman L.V., Brykova A.L. Monitoring of the Genetic Structure of the Sable Population (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) in the Middle Amur Region // *Russian Journal of Genetics*. 2023. Vol. 59, N 4. P. 375–384. DOI: 10.1134/S1022795423040038.
 10. Modorov M., Monakhov V., Mikryukov V., Erokhin N., Tkachenko I., Polezhaeva M., Ranyuk M. Microsatellite multiplex assay for sable (*Martes zibellina*) and pine marten (*Martes martes*) // *Mammal Research*. 2020. Vol. 65. P. 855–862. DOI: 10.1007/s13364-020-00529-4.
 11. Ranyuk M., Modorov M., Monakhov V., Devyatkin G. Genetic differentiation of autochthonous sable populations in Western and Eastern Siberia // *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*. 2021. Vol. 59. P. 2539–2552. DOI: 10.1111/jzs.12565.
 12. Smulders M.J.M., Van Der Schoot J., Arens P., Vosman B. Trinucleotide repeat microsatellite markers for black poplar (*Populus nigra* L.) // *Molecular Ecology Notes*. 2001. Vol. 1, N 3. P. 188–190. DOI: 10.1046/j.1471-8278.2001.00071.x.
- REFERENCES:
1. Abramov K.G. *Sobol'v okhotnich'em khozyaistve Dal'nego Vostoka* (Sable in the hunting economy of the Far East). Moscow: Nauka Publ., 1967. 116 p. (In Russ.).
 2. Kashtanov S.N., Svisheva G.R., Kolobkov D.S., Lazebny O.E., Pishchulina S.L., Meshchersky I.G., Rozhnov V.V. Influence of Anthropogenous Factors on the Genetic Variety of the Sable (*Martes zibellina* L.). *Molekulyarnaya biologiya*, 2015, vol. 49, no. 3, pp. 449–454. DOI: 10.7868/S002689841503009X (In Russ.).
 3. Kashtanov S.N., Svisheva G.R., Pishchulina S.L., Meshchersky I.G., Rozhnov V.V., Lazebny O.E., Simakin L.V. Geographical Structure of the Sable (*Martes zibellina* L.) Gene Pool on the Basis of Microsatellite Loci Analysis. *Genetika*, 2015, vol. 51, no. 1, pp. 78–88. DOI: 10.7868/S001667581501004X (In Russ.).
 4. Krestov P.V., Barkalov V.Yu., Omelko A.M., Yakubov V.V., Nakamura Yu., Sato K. Reliktovye komplekсы rastitel'nosti sovremennykh refugiumov severo-vostochnoj Azii (Relic vegetation complexes in the modern refugia of Northeast Asia), in *Komarovskie chteniya*. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2009, no. 56. pp. 5–63. (In Russ.).
 5. Frisman L.V., Shlyufman K.V., Brykova A.L. Genetic Structure of the Bureinsky Highlands Sable (*Martes zibellina*) Population on Base of one Hunting Season Collections. *Regional'nye problemy*, 2019, vol. 22, no. 4, pp. 46–55. DOI: 10.31433/2618-9593-2019-22-4-46-55 (In Russ.).
 6. Earl Dent A., VonHoldt B.M. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources*, 2012, vol. 4, pp. 359–361. DOI: 10.1007/s12686-011-9548-7.
 7. Evanno G., Regnaut S., Goudet J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular ecology*, 2005, vol. 14, no. 8, pp. 2611–2620. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x.
 8. Falush D., Stephens M., Pritchard J.K. Inference of population structure using multilocus genotype data: linked loci and correlated allele frequencies. *Genetics*, 2003, vol. 164, no. 4, pp. 1567–1587. PMID: 12930761.
 9. Frisman L.V., Brykova A.L. Monitoring of the Genetic Structure of the Sable Population (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758) in the Middle Amur Region. *Russian Journal of Genetics*, 2023, vol. 59, no. 4, pp. 375–384. DOI: 10.1134/S1022795423040038.
 10. Modorov M., Monakhov V., Mikryukov V., Erokhin N., Tkachenko I., Polezhaeva M., Ranyuk M. Microsatellite multiplex assay for sable (*Martes zibellina*) and pine marten (*Martes martes*). *Mammal Research*, 2020, vol. 65, pp. 855–862. DOI: 10.1007/s13364-020-00529-4.
 11. Ranyuk M., Modorov M., Monakhov V., Devyatkin G. Genetic differentiation of autochthonous sable populations in Western and Eastern Siberia.

Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 2021, vol. 59, pp. 2539–2552.
DOI: 10.1111/jzs.12565.

12. Smulders M.J.M., Van Der Schoot J., Arens P., Vosman B. Trinucleotide repeat microsatellite markers for black poplar (*Populus nigra* L.). *Molecular Ecology Notes*, 2001, vol. 1, no. 3, pp. 188–190. DOI: 10.1046/j.1471-8278.2001.00071.x.

GENETIC STRUCTURE OF THE SABLE (*MARTES ZIBELLINA* LINNAEUS, 1758) AT THE AMUR REGION: CLUSTER ANALYSIS OF SUBPOPULATIONS

A.L. Brykova, D.V. Rodimtseva, L.V. Frisman

The Amur region sable sub-populations monitoring of the allelic composition in the hunting seasons of 2011–2021 showed the presence of alleles marking the differences between the sable population at the Amur River left and right banks. A pairwise comparison of seasonal collections of left- and right-bank sub-populations revealed a spread in the level of genetic differentiation from almost zero values to intermediate ones. It became clear that in order to determine the number of different genetic groups of sable in this region, we need additional mathematical methods to work with the obtained data.

The purpose of this work is to determine and visualize the most likely number of different genetic groups of sables in the territory under consideration. It was studied three sub-populations of the Bureinsky Highland sable (left bank of the Amur River). For comparison, it was taken a species sub-population from the Sikhote-Alin western slopes (the Amur River right bank). The analysis of data for two microsatellite loci Ma3 and Mer041, on the material of hunting winter seasons from 2011 to 2022, was carried out using the programs Structure 2.3.4 and Structure Harvester.

Based on the results obtained with these programs, it can be assumed that in the territory under consideration, this species is represented by two genetic groups (clusters) – “the left-bank” and “the right-bank”. The structure remains the same for both the collection material of the 2012–2013 winter hunting seasons and those of 2013–2014, as well as for the total collections of 2011–2022. The formation of such a structure is undoubtedly the result of both the historical formation of the species habitat and the genetic specifics of anthropogenic introductions from two different geographical areas.

Keywords: *sable, cluster analysis, genetic groups, microsatellite loci, sub-populations, Bureinsky Highland.*

Reference: Brykova A.L., Rodimtseva D.V., Frisman L.V. Genetic structure of the sable (*Martes Zibellina* Linnaeus, 1758) at the Amur Region: cluster analysis of subpopulations. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 24–32. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-24-32.

Поступила в редакцию 27.10.2023

Принята к публикации 18.12.2023

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. БИОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 502:574.3:599.6(571.621)

К ВОПРОСУ О ВОССТАНОВЛЕНИИ ПОПУЛЯЦИИ АМУРСКОГО ГОРАЛА (NEMORHAEDUS CAUDATUS) НА СЕВЕРЕ ЕГО ИСТОРИЧЕСКОГО АРЕАЛА

К.С. Лощилов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: k.loshchilov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4117-7745>

Ценность амурского горала (Nemorhaedus caudatus) как представителя дикой фауны заключается в его редкости. Запрет охоты на этот вид, а также внесение его в федеральную Красную книгу и Красные книги ряда субъектов Российской Федерации являются специальными мерами по его сохранению. Однако, как показало время, в том числе в силу строгой территориальности амурского горала, принятые меры оказались недостаточными для восстановления данного «краснокнижного» вида в пределах его исторического ареала. Такое положение вынуждает сегодня рассматривать необходимость принятия дополнительных мер по его восстановлению. Целью данной работы являлась оценка перспективности изучения биогеоценоза государственного природного заказника регионального значения «Дичун» на предмет его пригодности для реализации мероприятий по реинтродукции амурского горала. Изучение экологии, практики охраны и восстановления этого вида проводится с 1970-х гг. Для приморской популяции разработаны и апробированы методики отлова особей, их передержки и транспортировки. Анализ исторического ареала амурского горала в России показал, что его популяция разделена на две слабо связанные группы – приморскую и континентальную (в том числе в Малом Хингане). Опыта реинтродукции для континентальной группировки нет. В статье обосновывается перспективность заказника «Дичун» для использования в качестве полигона для реинтродукции амурского горала. Эта территория является ядром исторического ареала в Малом Хингане и на протяжении 60 лет находится под особой охраной. Восстановление популяции этого редкого вида на севере исторического ареала имеет не только теоретическое значение для сохранения биоразнообразия, но и практическое – в качестве потенциального туристского ресурса.

Ключевые слова: ареал, амурский горал (*Nemorhaedus caudatus*), Малый Хинган, особо охраняемые природные территории, реинтродукция.

Образец цитирования: Лощилов К.С. К вопросу о восстановлении популяции амурского горала (*Nemorhaedus caudatus*) на севере его исторического ареала // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 33–39. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-33-39.

Введение

Амурский горал (*Nemorhaedus caudatus*) в прошлом был распространен довольно широко. Его исторический ареал представлен Корейским полуостровом [17], Северо-Восточным Китаем, южной частью российского Дальнего Востока [3]. За последний век ареал амурского горала в России сократился [10]. Ценность данного представителя дикой фауны заключается в его редкости. Кроме того, восстановленную в перспективе в Малом Хингане группировку амурских горалов можно

будет использовать как туристский ресурс. В России специальные меры по сохранению данного вида включают запрет на него охоты, а также внесение в федеральную Красную книгу и Красные книги ряда субъектов Российской Федерации. Однако в силу строгой территориальности амурского горала принятые меры оказались недостаточными для восстановления данного «краснокнижного» вида в пределах его исторического ареала. Такое положение вынуждает сегодня рассматривать необходимость принятия дополнительных мер по

его восстановлению. Одним из перспективных направлений в данном случае является метод реинтродукции [1]. Успешность его применения в Приамурье и Приморье в последние десятилетия подтверждается экспериментами в рамках проекта по реинтродукции амурских тигров (технология разработана Институтом проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН) [16], а также в рамках «Научных основ сохранения амурского горала» – темы, разработанной заповедниками Приморского края [1].

Цель работы – оценить перспективность изучения биогеоценоза государственного природного заказника регионального значения «Дичун» на предмет его пригодности для реализации мероприятий по реинтродукции амурского горала.

Материалы и методы исследований

В данной работе основным методом исследования был анализ литературных и фондовых материалов, посвященных историческому ареалу амурского горала, реинтродукции, сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в Еврейской автономной области (ЕАО). Источниками информации выступили публикации И.В. Волошиной, А.И. Мысленкова, В.В. Глебова, В.И. Животченко, Д.А. Нестерова, L.J. Dobroruka, C. Pohle, K. Rudloff, J. Volf и др. [1, 2, 4–8, 9, 20–22]. Картографирование осуществлялось в геоинформационной системе QGIS.

Результаты

Изученность вопроса. В России вопросы экологии, практики охраны и восстановления численности амурских горалов в разное время рассматривались такими исследователями, как И.В. Волошина [1, 2, 6, 9], Ю.М. Дунишенко [5, 10], А.И. Мысленков [2, 6, 9], В.В. Глебов [4] и др. Кроме того, определенное внимание решению проблем охраны и восстановления численности амурских горалов уделяется в других странах. В первую очередь, территории которых являются историческим ареалом данного вида, например, в Китайской народной республике и в Республике Корея [17], а также в зоопарках ряда европейских государств [20–22].

К настоящему времени крупных работ в области восстановления популяции амурского горала в прежних местах его обитания, которые являются частью его исторического ареала, немного. За исключением ряда публикаций работы имеют в основном обзорный характер. В них, как правило, отражены общие вопросы, направленные на изучение исторического и современного распространения этого «краснокнижного» вида, мор-

фо-физиологические показатели особей, разведение и содержание в неволе и т.д. Гораздо меньше исследований, полностью посвященных их реинтродукции.

Одними из ключевых отечественных трудов в вопросе изучения амурского горала являются работы И.В. Волошиной и А.И. Мысленкова [1, 2, 6, 9]. В процессе исследований [2], проводимых ими с 1970-х гг. в местах обитания этих животных в Приморском крае, осуществлено расселение отловленных в дикой среде особей, а также родившихся здесь же в этот период горалов, с предварительной многолетней передержкой [1, 6]. Для этого впервые был создан экспериментальный парк в условиях, максимально приближенных к естественным, разработаны и апробированы методики отлова горалов, их передержки и транспортировки, прослежен процесс социализации и онтогенез поведения. Таким образом, в настоящее время существуют методики, позволяющие реализовать в будущем мероприятия по реинтродукции амурского горала на севере его исторического ареала.

Исторический и современный ареалы амурского горала. За последний век ареал амурского горала в Российской Федерации сократился. Ранее он состоял из двух изолированных друг от друга частей. Одна часть представляет связанные между собой участки в отрогах Малого Хингана и Буреинского хребта в границах ЕАО, другая – в Хабаровском и Приморском краях в горах Сихотэ-Алиня и на смежных с ним территориях. Оба этих очага соединяются в Северо-Восточном Китае. По данным литературных источников есть предположение, что несколько веков назад амурский горал на крайнем севере своего ареала был распространен по Буреинским горам к северо-востоку и даже несколько дальше [3], т.е. на территории современного Хабаровского края.

Во второй половине XIX в. в Малом Хингане был обнаружен очаг амурского горала. Официально впервые это стало известно из сообщения Г.И. Радде с 1862 г. У этой части популяции была связь с животными, обитающими на правом берегу Амура, являющемся территорией сопредельного государства [5]. Численность горалов здесь изначально была относительно невелика, в сравнении с численностью иных видов диких копытных животных, а также в сравнении с численностью Сихотэ-Алиньской группировки горалов. Кроме того, из-за неконтролируемой браконьерской охоты уже в начале XX в. поголовье данного вида было резко сокращено [7, 10]. Если в Сихотэ-

Алине и в смежных с ним территориях в настоящее время амурский горал еще встречается, то в Малом Хингане и Буреинском хребте он практически исчез [11].

Проведенные в первой половине 80-х гг. XX в. сотрудниками Дальневосточного отделения ВНИИОЗ исследования естественных условий мест обитания и поиски амурских горалов в западной части ЕАО установили, что этот вид в то время еще встречался в Малом Хингане [6]. Такой вывод специалисты сделали по наличию косвенных признаков о присутствии представителей вида. Однако численность и плотность популяции не была определена. В последние десятилетия встречи с представителями данного вида не регистрировались [8]. Следовательно, организация и проведение в Малом Хингане дополнительных экспедиционных исследований по учету численности и плотности амурских горалов являются актуальными.

Кроме того, необходимо отметить, что в природе амурские горалы обитают как на склонах со скальными обнажениями вдоль морского побережья, так и на подобном рельефе в континентальной части. В связи с тем, что приморские территории и континентальные отличаются друг от друга природно-климатическим аспектом, а также представители данного вида не склонны к значительным в пространственном отношении миграционным переходам, то можно говорить об изолированности друг от друга популяций, живущих в разных средах обитания. Данное обстоятельство по-разному влияет на экологию амурских горалов, обитающих на прибрежных морских территориях и в границах континентальных частей их ареала [2]. Отечественные исследования до настоящего времени были направлены на изучение, как правило, приморских популяций. Континентальные практически не изучались, в связи с чем есть необходимость исследования особенностей биологии таких популяций.

Заказник «Дичун» как перспективный полигон реинтродукции вида. Одной из потенциальных и перспективных площадок для изучения возможности переселения амурских горалов континентальной популяции из Приморского края может выступить государственный природный заказник регионального значения «Дичун». Обоснованием этого вывода являются следующие характеристики данной ООПТ:

- а) территория заказника является частью исторического ареала амурского горала (рис.);
- б) территория заказника относится к Су-

таро-Помпеевскому геоботаническому району. Растительность: широколиственные, кедрово-широколиственные, темнохвойно-кедровые леса, в долинах – уремные леса, вкрапления лугово-болотных участков с разнотравно-вейниковыми травостоями, кустарниками [12, 14]. Рельеф низкогорный с изредка встречающимися выходами скальных пород на поверхность. Средние высоты в границах заказника 290–550 м. Указанные высоты являются оптимальными для обитания амурского горала [9]. Таким образом, потенциально на рассматриваемой территории биотопы амурского горала сохранились. Однако требуются исследования их состояния и трансформации в результате антропогенной деятельности;

в) с созданием в 1963 г. заказника [15] хозяйственная деятельность на данной территории ограничена;

г) западная часть заказника труднодоступна из-за пограничного статуса, что минимизирует проникновение туда гражданских лиц, имеющих доступ к огнестрельному оружию;

д) ближайшие относительно крупные населенные пункты, а также площади, на которых осуществляют свою деятельность организации или предприятия в сферах геологоразведки, лесозаготовки, золотодобычи и др., находятся на значительном расстоянии от заказника;

е) заказник входит в зону приоритетного туристского освоения, в том числе в части развития познавательного экологического туризма [19];

ё) согласно федеральному проекту «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма» национального проекта «Экология» правительством Российской Федерации декларируется включение территории заказника в состав национального парка [13]. Создание ООПТ такой категории позволит усилить охрану этого уникального объекта;

ж) «Дичун» граничит с действующим природным резерватом «Тайпингоу» в КНР. В совокупности они послужат центрами единой трансграничной природоохранной системы, направленной на сохранение редких и исчезающих видов дикой фауны и их среды обитания.

Заключение

Определено, что ядро исторического ареала амурского горала в Малом Хингане представлено заказником «Дичун», т.е. возможные места обитания этого вида находятся под охраной 60 лет. В 1980-е гг. еще отмечалось присутствие этого редкого вида. Таким образом, этот природный резерват можно рассматривать в качестве модельной

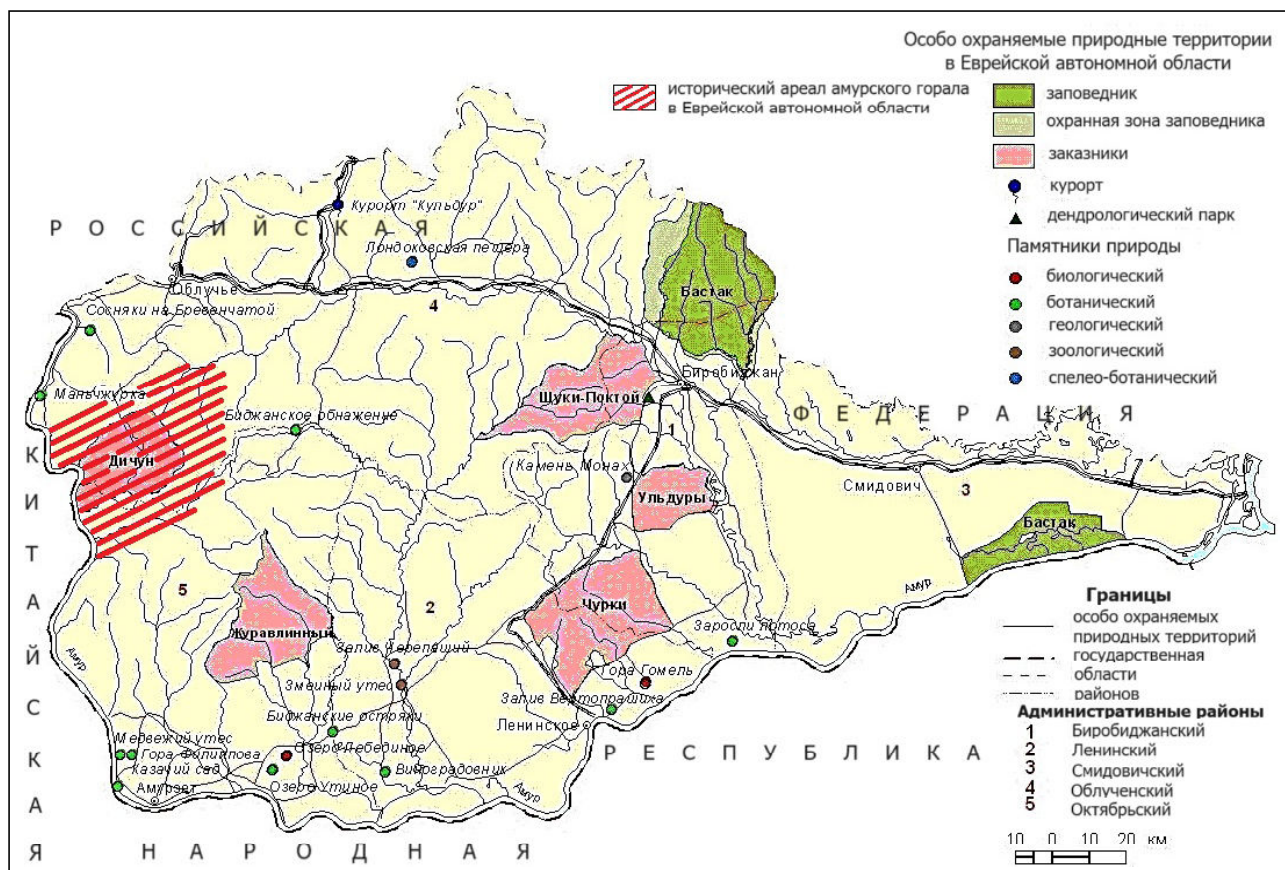


Рис. Исторический ареал амурского горала и современная сеть особо охраняемых природных территорий в Еврейской автономной области [8, 18] (автор К.С. Лоцилов)

Fig. Historical habitat of the Amur goral; modern network of specially protected natural territories in the Jewish Autonomous region [8, 18] (K.S. Loshchilov)

территории (полигона) для изучения биогеоценоза на предмет его соответствия реализации мероприятий по реинтродукции амурского горала. Выявлено, что ранее проведенные исследования амурских горалов в основном были направлены на изучение приморских популяций этих животных, континентальные практически не изучены. Однако, имеется опыт реинтродукции вида в пределах Приморского края, который может быть взят за основу для проведения аналогичных мероприятий в Приамурье.

Результаты данных исследований могут стать частью проекта создания устойчивой группировки амурских горалов на территории ЕАО и сформировать площадку для проведения эксперимента по их реинтродукции на севере исторического ареала.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИКАРП ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Волошина И.В. Биологические особенности амурского горала в связи с перспективами его реинтродукции: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИЭМЭЖ, 1988. 23 с.
2. Волошина И.В., Мысленков А.И. Теоретические и практические аспекты реинтродукции амурского горала // Амурский горал. М.: ЦНИЛ, 1992. С. 123–131.
3. Гептнер В.Г. Млекопитающие Советского Союза. Т. 1 Парнокопытные и непарнокопытные / В.Г. Гептнер, А.А. Насимович, А.Г. Банников. М.: Высшая школа, 1961. 490 с.
4. Глебов В.В., Животченко В.И., Нестеров Д.А. Современное состояние популяции амурского горала // Природа. 1978. № 9. С. 80–85.
5. Дунищенко Ю.М. Находки горала в Хабаровском крае // Изучение и охрана редких и исчезающих видов животных фауны СССР /

- ред. кол. А.Л. Яншин и др. М.: Наука, 1985. С. 65–66.
6. Изучение млекопитающих с помощью фотоловушек / А.И. Мысленков, Л.Л. Керли, И.В. Волошина, М.Е. Борисенко, М.М. Борисенко. Владивосток: Русский Остров, 2015. 80 с.
 7. Краткая характеристика промыслового хозяйства Еврейской автономной области. 1936 год // ГАЕАО. Ф.Р.138. Оп. 1. Д. 11.
 8. Мониторинг экологического состояния редких и исчезающих видов диких животных на территории Еврейской автономной области (заключительный): отчет о научно-исследовательской работе / рук. НИР А.А. Сасин. Благовещенск: ДальГАУ, 2014. 153 с.
 9. Мысленков А.И. Экология и поведение амурского горала / А.И. Мысленков, И.В. Волошина. М.: Наука, 1989. 126 с.
 10. Они нуждаются в защите: редкие животные Хабаровского края / А.Я. Васенева, Ю.М. Дунищенко, М.Л. Крыхтин и др. Хабаровск: Кн. изд-во, 1987. 160 с.
 11. Перечень видов животных, включенных в красную книгу Еврейской автономной области: постановление правительства Еврейской автономной области № 156-пп от 30.06.2005 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/423907703> (дата обращения: 23.10.2023).
 12. Положение о государственном природном заказнике областного значения «Дичун»: постановление правительства Еврейской автономной области от 03.09.2013 № 423-пп // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/460188010> (дата обращения: 12.10.2023).
 13. Пояснительная записка к проекту постановления правительства Российской Федерации «О создании национального парка «Помпеевский». URL: regulation.gov.ru (дата обращения: 15.08.2023).
 14. Проект постановления правительства Российской Федерации «О создании национального парка «Помпеевский». URL: regulation.gov.ru (дата обращения: 15.08.2023).
 15. Решение Исполнительного комитета Хабаровского краевого Совета народных депутатов от 07.12.1963 № 1262-р // ООПТ России. URL: <http://www.oopt.aari.ru/c-%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%D0%B8%D0%B5-%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BA%D0%BE%D0%CD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%A5%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%BE%D1%82-07121963-%E2%84%9612> (дата обращения: 03.11.2023).
 16. Рожнов В.В., Найденко С.В., Эрнандес-Бланко Х.А., Чистополова М.Д., Сорокин П.А., Ячменникова А.А., Блудченко Е.Ю., Калинин А.Ю., Кастрикин В.А. Восстановление популяции амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) на северо-западе ареала // Зоологический журнал. 2021. Т. 100, № 1. С. 79–103.
 17. Соколов И.И. Фауна СССР. Млекопитающие. Т. 1, вып. 3. Копытные звери (отряды *Perissodactyla* и *Artiodactyla*). М.; Л.: АН СССР, 1959. 640 с.
 18. Схемы развития и размещения особо охраняемых природных территорий регионального значения Еврейской автономной области, утвержденные постановлением губернатора Еврейской автономной области от 20.02.2018 № 41 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/446647905> (дата обращения: 08.11.2023).
 19. Фетисов Д.М., Ивакаев О.Ф., Юркин М.О., 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.
 20. Dobroruka L.J. Breeding group of goral *Nemorhaedus goral* at Prague Zoo // International Zoo Yearbook. 1968. Vol. 8, N 1. P. 143–145.
 21. Pohle C., Rudloff K. Gorale im Tierpark Berlin // Milu. 1985. Bd. 6. Hf. 1/2. P. 161–178.
 22. Volf J. Die Zucht von Goralen (genus *Nemorhaedus* Smith, 1827) im Zoologischen Garten in Prag. // Zool. Garten N.F. 1983. 53. P. 354–358.

REFERENCES:

1. Voloshina I.V. Biological features of the Amur goral in connection with the prospects of its reintroduction: Abstract of Cand. Sci. (biol.) Dissertation. Moscow: IEMEA, 1988. 23 p. (In Russ.).
2. Voloshina I.V., Myslenkov A.I. Theoretical and practical aspects of the reintroduction of the Amur goral, in *Amurskii goral* (Amur Goral). Moscow: Central Research Laboratory, 1992, pp. 123–131. (In Russ.).
3. Heptner V.G. *Mlekopitayushchie Sovetskogo Soyuz. T. 1 Parnokopytnye i neparnokopytnye* (Mammals of the Soviet Union. Vol. 1 Artiodactyls and ungulates), V.G. Heptner, A.A. Nasimovich, A.G. Bannikov. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1961. 490 p. (In Russ.).
4. Glebov V.V., Zhivotchenko V.I., Nesterov D.A. The current state of the Amur Goral population. *Priroda*, 1978, no. 9, pp. 80–85. (In Russ.).
5. Dunishenko Yu.M. Goral finds in the Khabarovsk Territory, in *Izuchenie i okhrana redkikh i ischezayushchikh vidov zhyvotnykh fauny SSSR* (Study and protection of rare and endangered species of animals of the fauna of the USSR), A.L. Yanshin et al. Ed. col. Moscow: Nauka Publ., 1985, pp. 65–66. (In Russ.).
6. *Izuchenie mlekopitayushchikh s pomoshch'yu fotolovushek* (The study of mammals using camera traps), A.I. Myslenkov, L.L. Kerli, I.V. Voloshina, M.E. Borisenko, M.M. Borisenko. Vladivostok: Russkii Ostrov Publ., 2015. 80 p. (In Russ.).
7. Brief description of the fishing industry of the Jewish Autonomous Region, 1936. *GAEAO*, f.r.138, op. 1, d. 11. (In Russ.).
8. *Monitoring ehkologicheskogo sostoyaniya redkikh i ischezayushchikh vidov dikikh zhyvotnykh na territorii Evreiskoi avtonomnoi oblasti (zaklyuchitel'nyi): otchet o nauchno-issledovatel'skoi rabote* (Monitoring of the ecological status of rare and endangered species of wild animals in the territory of the Jewish Autonomous Region (final): report on research work), ruk. research by A.A. Sasin. Blagoveshchensk: DalGAU, 2014. 153 p. (In Russ.).
9. Myslenkov A.I. *Ekologiya i povedenie amurskogo gorala* (Ecology and behavior of the Amur mountain range), A.I. Myslenkov, I.V. Voloshina. Moscow: Nauka Publ., 1989. 126 p. (In Russ.).
10. *Oni nuzhdayutsya v zashchite: Redkie zhyvotnye Khabarovskogo kraya* (They need protection: Rare animals of the Khabarovsk Territory), A.Ya. Vaseneva, Yu.M. Dunishenko, M.L. Krykhtin et al. Khabarovsk: Publishing House, 1987. 160 p. (In Russ.).
11. List of animal species included in the Red Book of the Jewish Autonomous Region: Resolution of the Government of the Jewish Autonomous Region no. 156-pp dated 30.06.2005. *Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/423907703> (accessed: 23.10.2023). (In Russ.).
12. Regulations on the state nature reserve of regional significance «Dichun»: decree of the Government of the Jewish Autonomous Region dated 03.09.2013 no. 423-pp. *Elektronnyi fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/460188010> (accessed: 12.10.2023). (In Russ.).
13. *Poyasnitel'naya zapiska k proektu postanovleniya pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii «O sozdanii natsional'nogo parka «Pompeevskii»* (Explanatory note to the draft decree of the Government of the Russian Federation «On the creation of the Pompeevsky National Park»). Available at: regulation.gov.ru (accessed: 15.08.2023). (In Russ.).
14. *Proekt postanovleniya pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii «O sozdanii natsional'nogo parka «Pompeevskii»* (Draft decree of the Government of the Russian Federation «On the establishment of the Pompeevsky National Park»). Available at: regulation.gov.ru (accessed: 15.08.2023). (In Russ.).
15. Decision of the Executive Committee of the Khabarovsk Regional Council of People's Deputies no. 1262-r dated 07.12.1963. *OOPT Rossii*. Available at: [38](http://www.oopt.aari.ru/c/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%B%D0%B8%D0%B5-%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BA%D0%BE%D0%B%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%A5%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%A1%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%B%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B2-

</div>
<div data-bbox=)

- %D0%BE%D1%82-07121963-% E2%84%9612 (accessed: 03.11.2023). (In Russ.).
16. Rozhnov V.V., Naidenko S.V., Hernandez-Blanco J.A., Chistopolova M.D., Sorokin P.A., Yachmennikova A.A., Blidchenko E.Yu., Kalinin A.Yu., Kastrikin V.A. 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.).
 17. Sokolov I.I. *Fauna SSSR. Mlekopitayushchie. T. 1, vyp. 3. Kopytnye zveri (otryady Perissodactyla i Artiodactyla)* (Fauna of the USSR. Mammals, vol. 1, no. 3. Hoofed animals (detachments Perissodactyla and Artiodactyla)). Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1959. 640 p. (In Russ.).
 18. Schemes for the development and placement of specially protected natural territories of regional significance of the Jewish Autonomous Region, approved by Resolution no. 41 of the Governor of the Jewish Autonomous Region dated 20.02.2018. *Elektronnyi fond pravovyykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/446647905> (accessed: 08.11.2023). (In Russ.).
 19. Fetisov D.M., Ivakaev O.F., Yurkin M.O., Loshilov K.S. Tourist Zoning of the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 4, pp. 54–66. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-25-4-54-66. (In Russ.).
 20. Dobroruka L.J. Breeding group of gorals *Nemorhaedus goral* at Prague Zoo. *International Zoo Yearbook*, 1968, vol. 8, no. 1, pp. 143–145.
 21. Pohle C., Rudloff K. Gorale im Tierpark Berlin. *Milu*, 1985, bd. 6, hf. 1/2, pp. 161–178.
 22. Volf J. Die Zucht von Goralen (genus *Nemorhaedus* Smith, 1827) im Zoologischen Garten in Prag. *Zool. Garten N.F.*, 1983, 53, pp. 354–358.

ON THE ISSUE OF THE AMUR GORAL POPULATION RESTORING (*NEMORHAEDUS CAUDATUS*) IN THE NORTH OF ITS HISTORICAL HABITAT

K.S. Loshchilov

*The value of the Amur goral (*Naemorhedus caudatus*) as a fauna representative is in its rarity. Special measures for this species preservation include prohibition of hunting and its inclusion in both the Federal and some other Russian Federation subjects Red Books. However, the time proves the measures insufficient to restore it within its historical habitat, taking into account a strict territoriality of this “red book” species. This situation needs taking additional measures. The purpose of this work is to evaluate the regional state nature reserve “Dichun” suitability for the purpose of the Amur goral reintroduction. The study of this species ecology, protection and restoration has been carrying out since 1970s. Methods of trapping individuals, overexposure and transportation of them have been developed and tested for the goral population in Primorie. The analysis of the Amur goral historical habitat in Russia has shown the population subdivision into two loosely related groups – the sea coast and continental (including the Small Khingan mountains). There is no experience in the continental group reintroduction. The article substantiates the prospects for the nature reserve “Dichun” use as a landfill for the Amur goral habitat reintroduction. This area in Small Khingan mountains has been under special protection for 60 years. Restoration of the Amur goral population in the north of its historical habitat is of great importance for natural biodiversity and for attraction of tourists to the region.*

Keywords: area, Amur goral (*Nemorhaedus caudatus*), Small Khingan mountains, specially protected natural areas, reintroduction.

Reference: Loshchilov K.S. On the issue of the amur goral population restoring (*Nemorhaedus caudatus*) in the north of its historical habitat. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 33–39. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-33-39.

Поступила в редакцию 03.11.2023

Принята к публикации 18.12.2023

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК: 550.34:551.24(571.6)

ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТИ КАТАЛОГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ФИЦ ЕГС РАН ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ КОНТИНЕНТ-ОКЕАН ЗА 2003–2021 ГГ.

М.В. Овсиенко

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: mahaonn2008@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-1380-9497>

Выполнена оценка представительности сейсмических каталогов в переходной зоне континент-океан за период с 2003 по 2021 год. Информация для анализа получена из обобщенных данных, предоставленных ФИЦ ЕГС РАН в г. Обнинске. В ходе исследования была составлена карта минимальной представительной магнитуды, характерной для Дальневосточного региона. Она подчеркивает, что значительная часть территории Дальнего Востока России имеет нижний порог представительности землетрясений с магнитудой 1.8–2.0. Резкое увеличение представительной магнитуды маркирует границу наблюдений сейсмических зон: Сахалинской сети на границе с Китаем, Магаданской и Камчатской сетей на полуострове Чукотка. При сравнении 2003–2015 гг. и 2003–2021 гг. общий характер распределения представительности магнитуд сохраняется. Изменения в минимальном пороге представительной магнитуды наблюдаются там, где были размещены новые сейсмостанции в сети сейсмического мониторинга с редким распределением станций. На территории юга Дальнего Востока отмечается снижение порога представительной магнитуды на севере острова Сахалин и Курильских островах. Проведена оценка точности определения глубины гипоцентров землетрясений в верхнекоровом слое (глубина от 0 до 20 км). В среднем точность в Приамурье составляет около ± 1.8 км, а в Охотоморском регионе – около ± 2.5 км. В то же время точность определения глубины гипоцентров в нижнекоровом слое (глубина от 21 до 50 км) оценивается примерно в ± 3.8 км для Среднего Приамурья и около ± 7.7 км для Охотоморского региона. Обнаружено существенное снижение погрешности определения глубин гипоцентров землетрясений в сравнении с 2003–2015 гг.

Ключевые слова: представительность, землетрясения, магнитуда, гипоцентр.

Образец цитирования: Овсиенко М.В. Эволюция представительности каталогов землетрясений ФИЦ ЕГС РАН переходной зоны континент-океан за 2003–2021 гг. // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 40–51. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-40-51.

Введение

Результаты наблюдений за землетрясениями, зарегистрированные в сейсмических каталогах, являются важными для проведения сейсмического районирования территорий [6, 8, 45, 47, 54], оценки сейсмической опасности [12, 44, 50, 52], изучения взаимосвязи между сейсмичностью, геодинамическим состоянием литосферы [1, 2, 47, 57] и геологическим строением земной коры [3, 5, 10, 11, 32]. При этом ключевое значение имеют точность и однородность сейсмических данных,

представленных в этих каталогах [34, 50]. Чувствительность и разрешающая способность сетей сейсмических станций изменяются в зависимости от плотности станций и их удаленности от сейсмических событий. Чувствительность определяется энергетическим классом (магнитудой) землетрясений, которые могут быть зафиксированы без пропусков в определенной области пространства. Разрешающая способность связана с погрешностью в определении координат, времени, магнитуды и гипоцентра землетрясений, отражая возмож-

ность точного разграничения между соседними сейсмическими событиями.

При проведении региональных исследований и статистических обобщений сейсмологических данных акцент не делается на точном определении географических координат и времени сейсмических событий, эти значения второстепенные, поскольку данные агрегируются в широких временных и пространственных рамках. Например, при создании моделей для распределения гипоцентров землетрясений в сейсмофокальных зонах, расположенных на границах литосферных плит, в анализ включаются землетрясения, которые происходили в полосе шириной от 100 км [51] до 800–1000 км [6], и данные за период нескольких десятков лет. Такие исследования предоставляют убедительные доказательства о субдукции океанических плит под континентами [2, 6, 48]. При анализе тектонической природы землетрясений производится сопоставление распределения эпицентров землетрясений с разломами, и зоны с самой высокой концентрацией эпицентров интерпретируются как границы литосферных плит [33, 53]. Этот же принцип лежит в основе корреляции местных зон повышенной сейсмичности с разломами более высокого порядка [6, 9].

С увеличением плотности и улучшением разрешающей способности сейсмических станций возникают новые задачи и возможности для исследований. Это включает моделирование региональных деформационных сейсмогенных волн [7, 37, 56], оценку геодинамической активности [2, 47, 55] и сейсмического режима [1, 35, 50], анализ взаимосвязи сейсмичности с геологическим строением земной коры и геофизическими полями [5, 32, 47], а также плотностные неоднородности [39] и реологией [11, 35, 38, 41] тектонических сред. Все эти задачи требуют более глубокого анализа сейсмической информации, включая оценку представительной магнитуды землетрясений и точности в определении глубины их гипоцентров. Последние оценки представительности магнитуды землетрясений в южных районах Дальнего Востока были проведены в 2008 [34] и в 2015 гг. [4]. За последние 15 лет количество сейсмических станций и их разрешающая способность существенно увеличились.

Цель данной статьи – проведение анализа представительности сейсмических данных на территории Дальнего Востока России за период с 2003 по 2021 гг. Результаты этого анализа будут использованы для оценки возможности применения сейсмических каталогов Федерального ис-

следовательского центра Единой геофизической службы (ФИЦ ЕГС РАН) в исследованиях, связанных с изучением взаимосвязи между сейсмичностью и глубинным геологическим строением региона в трехмерной постановке. Конкретные задачи данной работы включают в себя оценку представительных магнитуд землетрясений и точности определения глубины их гипоцентров.

Использованные данные и методы их обработки

Борис Валентинович Левин и его коллеги [34] провели анализ представительности сейсмических данных в южных районах Дальневосточного региона в период с 1995 по 2008 гг. (рис. 1). Их исследование показало, что представительными считаются землетрясения с M 3.3–3.7. Оптимальная минимально возможная магнитуда наблюдалась в период с 1990 по 1992 гг., когда считались представительными землетрясения с M 2.6–3.2.

Для оценки представительности сейсмических каталогов используется подход, основанный на степенной форме распределения энергии землетрясений. График повторяемости Гуттенберга-Рихтера имеет линейную форму в логарифмических координатах. Определение представительного класса сводится к соответствию наблюдаемого распределения энергии землетрясений степенному распределению. Эта методика была впервые сформулирована и решена В.Ф. Писаренко и М.А. Садовским [42, 43], В.Б. Смирнов разработал программу для оценки представительности каталогов землетрясений [49, 50].

В данной статье рассматривается оценка представительности сейсмических каталогов на территории Дальнего Востока России, включая Байкало-Охотский и Танлу сейсмические пояса, а также Сахалинскую и Курило-Камчатскую сейсмические зоны. Для этой оценки использовалась программа В.Б. Смирнова [49]. Оценка представительности проводилась на основе гистограмм распределения землетрясений по магнитуде внутри подвижного пространственного окна размером 100x100 км, в котором количество землетрясений превышало 4. При расчетах использовалось 50% перекрытие окон. Задача состояла в определении минимальной магнитуды, при которой график повторяемости землетрясений внутри ячейки оставался линейным с заданной точностью.

Второй задачей исследования была оценка погрешности определения глубины гипоцентров землетрясений на основе сводных каталогов ФИЦ ЕГС РАН. Для этой цели были вычислены среднеквадратические годовые погрешности опре-

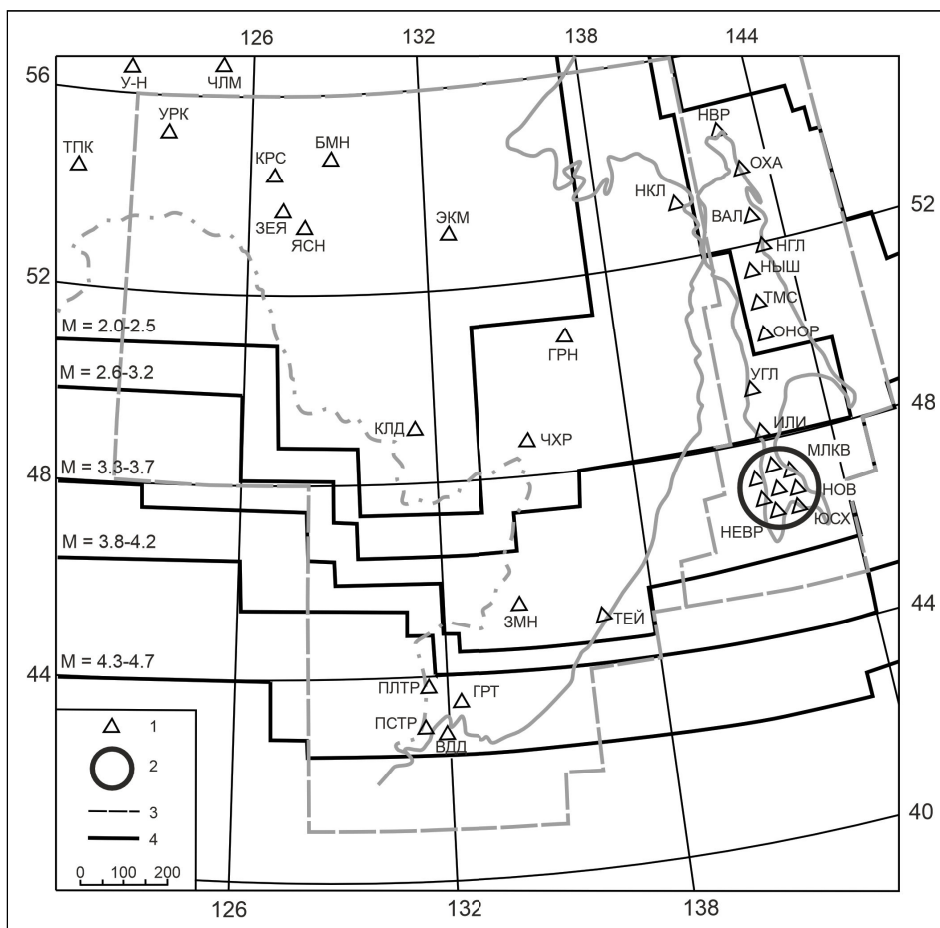


Рис. 1. Карта представительности землетрясений в Приморье, Приамурье и Сахалине за 1995–2008 гг. (по оценкам работы [34]) и сейсмические станции региона исследования в 2021 г. [31]

Обозначения: 1 – сейсмические станции с цифровой регистрирующей аппаратурой; 2 – региональный информационно-обрабатывающий центр Сахалинской сейсмической сети, 3 – границы регионов; 4 – границы зон представительной регистрации землетрясений соответствующих магнитуд.

Fig. 1. Map of representative earthquakes in Primorye, Amur and Sakhalin for 1995–2008 (according to the estimates of [34]) and seismic stations in the study region in 2021 [31]

Notations: 1 – seismic stations with digital recording equipment; 2 – regional information processing center of the Sakhalin seismic network, 3 – borders of regions; 4 – boundaries of zones with representative registration of earthquakes of corresponding magnitudes

деления глубины гипоцентров, при условии, что погрешность не превышала 50% от их глубины.

Представительность сейсмических каталогов в переходной зоне континент-океан за 2003–2021 гг. по данным ФИЦ ЕГС РАН

Наши исследования демонстрируют (рис. 2), что точность определения глубины гипоцентров землетрясений в верхнем слое коры (1–20 км) различалась в пределах от $\pm 0,5$ до 3,0 км в Среднем Приамурье и от $\pm 1,5$ до 5,5 км в Охотоморском регионе в разные годы. Наихудшие

показатели точности в Среднем Приамурье ($\pm 2,9$ км) были зафиксированы в 2007 и в 2013 гг., в то время как в Охотоморском регионе наибольшие погрешности были отмечены в 2010 г. ($\pm 5,7$ км). Средние значения погрешностей составляют соответственно ± 1.8 км и ± 2.5 км.

В пределах нижнего корового слоя земной коры, на глубинах от 21 до 50 км, средние значения погрешности в определении глубины гипоцентров землетрясений в период с 2003 по 2021 гг. составляют ± 3.8 км в Среднем Приамурье и ± 7.7 км в

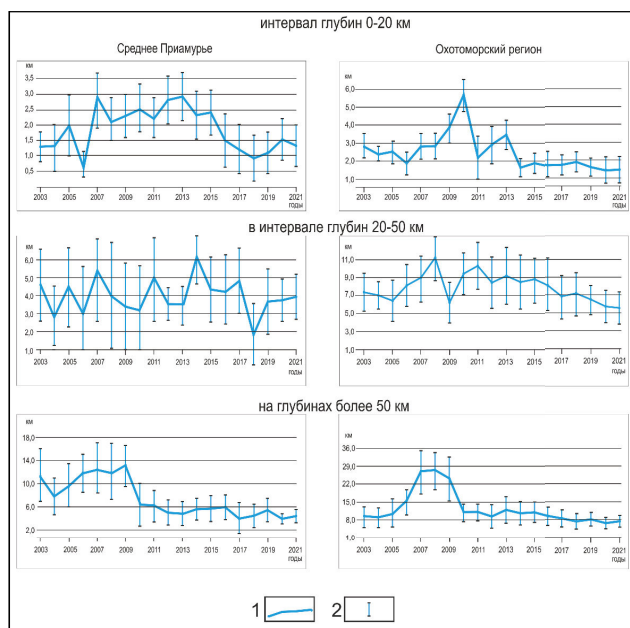


Рис. 2. Точность определения глубин гипоцентров в каталогах ФИЦ ЕГС РАН за 2003–2021 гг.

1 – среднееарифметическая погрешность определения глубины гипоцентров землетрясений, 2 – среднегеометрическая погрешность определения глубины гипоцентров землетрясений

Fig. 2. Accuracy of determining the hypocenters depths in the catalogs of FIC EGS RAS for 2003–2021

1 – arithmetic mean error in determining the depth of earthquake hypocenters, 2 – geometric mean error in determining the depth of earthquake hypocenters

Охотоморском регионе. Одновременно погрешности в определении глубины гипоцентров в верхней мантии демонстрируют более значительные вариации (рис. 2). Максимальные погрешности были зафиксированы в период с 2006 по 2009 гг. Но и в этот период точность определения гипоцентров землетрясений в Приамурье не превышала 8 км, а в Охотоморье – 10 км. С увеличением времени после 2009 г. точность определения глубины гипоцентров в верхней мантии существенно улучшилась, и в обоих регионах она остается в пределах от ± 3.8 до 7.7 км (рис. 2).

Анализируя данные, полученные в период 2003–2015 и 2003–2021 гг. (табл.), наблюдаем уменьшение погрешности определения глубин гипоцентров землетрясений. Это связано с появлением новых сейсмических станций в обоих регионах.

Таблица

Изменение погрешности в определении глубин гипоцентров землетрясений в переходной зоне континент-океан

Table

Changes in the accuracy of determining the earthquake hypocenters depth in the transitional continent-ocean zone

	Среднее Приамурье		Охотоморский регион	
	2003–2015 гг.	2003–2021 гг.	2003–2015 гг.	2003–2021 гг.
1–20 км	2.1	1.8	2.8	2.5
21–50 км	4.2	3.8	8.3	7.7

Представленные оценки основаны на анализе данных, полученных в результате исследования 8257 землетрясений в Приамурье и 25 146 землетрясений в Охотоморском регионе. Эти оценки позволяют проводить исследования в области пространственного распределения гипоцентров землетрясений в трехмерном пространстве, начиная с глубин 5–6 км. Согласно полученным данным (рис. 3), в коре Приамурья наблюдается один основной интервал глубин, на котором землетрясения наиболее активны: 6–15 км. Он соответствует геологической формации, а именно гранитно-метаморфическому жесткому слою.

В Охотоморском регионе, характеризующемся смешанным составом континентальной, островодужной и океанической коры, высокая и повышенная активность землетрясений наблюдается в двух основных интервалах глубин: 6–15 км и 36–50 км. Первый интервал соотносится с геологическим положением гранитно-метаморфического слоя, в то время как второй интервал связан с нижнекоревым слоем в континентальных районах Приохотья. Резкое увеличение числа землетрясений в интервале глубин 41–45 км коррелирует с глубиной залегания подошвы земной коры переходного типа под островными дугами. Эти наблюдения приближаются к распределению глубины энергетических классов землетрясений в Камчатской сейсмофокальной зоне [48], где максимумы сейсмической энергии приурочены к глубинам 16–20 и 36–40 км. Максимальная активность землетрясений в Охотоморском регионе в интервале глубин 41–45 км также соответствует ранее опубликованным данным о распределении гипоцентров землетрясений в Тихоокеанском и Корьякском

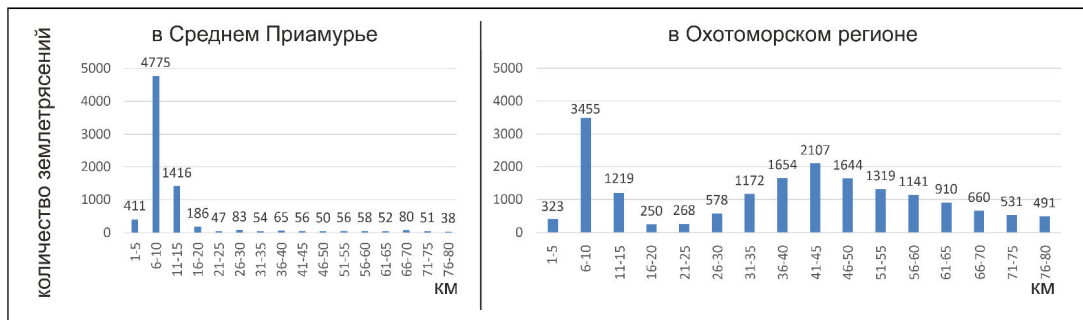


Рис. 3. Распределение гипоцентров землетрясений по глубинам в Приамурском и Охотоморском регионах

Fig. 3. Distribution of earthquakes hypocenters by depths in the Amur and Okhotsk Sea regions

секторах [36]. Следует отметить, что количество землетрясений в верхней мантии экспоненциально убывает с увеличением глубины.

Представленные данные свидетельствуют о том, что накопление и последующая диссипация сейсмической энергии в переходной зоне континент-океан преимущественно происходят в твер-

дых гранитно-метаморфических и переходных коро-мантийных слоях. Мы провели анализ нижнего порога представительной магнитуды землетрясений и ее вариации в пространстве Дальнего Востока России (рис. 4). Магнитуды и координаты гипоцентров землетрясений были определены с использованием станций: Байкальской, Сахалин-

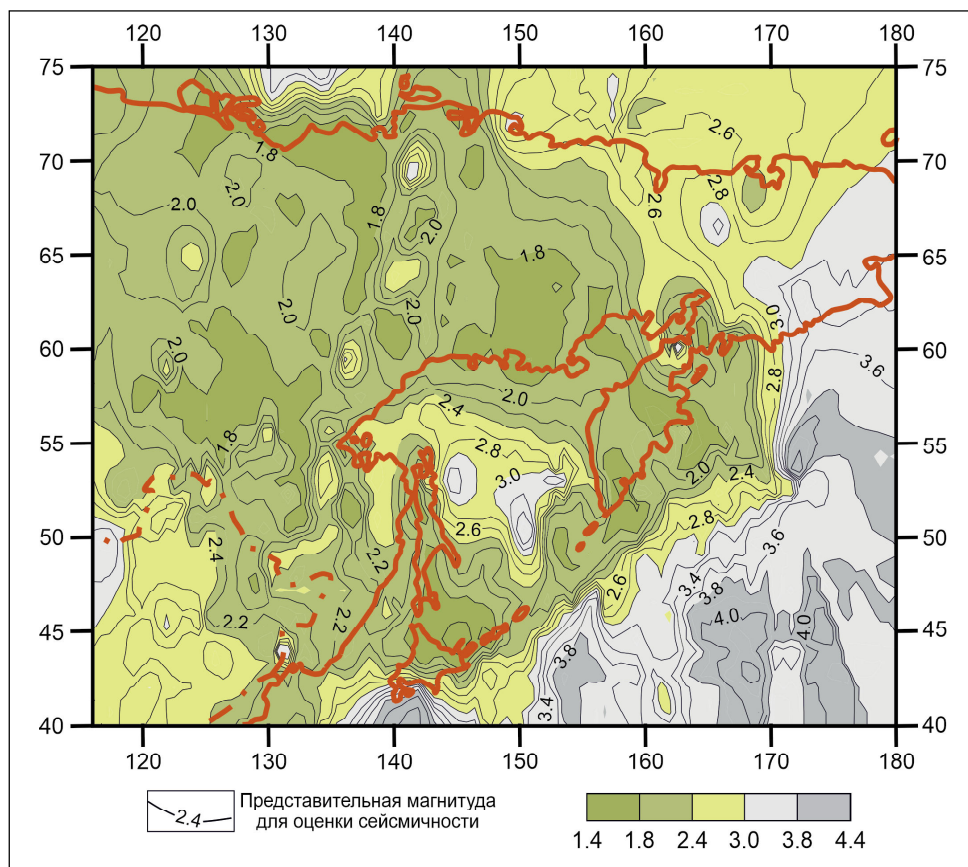


Рис. 4. Представительность магнитуд землетрясений в переходной зоне континент-океан [13–31]

Fig. 4. Representativeness of earthquakes magnitude in the transitional continent-ocean zone [13–31]

ской, Курило-Охотской, Якутской, Магаданской и Камчатской сейсмическими сетями.

Как ожидалось, представительность магнитуд землетрясений зависит от плотности сейсмических станций. Почти на всей территории Дальнего Востока России нижний порог представительной магнитуды M 2.0-2.2 (рис. 4), за исключением района Северо-Восточного Китая и полуострова Чукотка. В обоих регионах увеличение представительной магнитуды маркирует границу наблюдений сейсмических зон: Сахалинской на границе с Китаем, Магаданской и Камчатской на полуострове Чукотка. Понижение значений представительной магнитуды коррелирует с пространственным расположением близкорасположенных сейсмических станций. Самые большие показатели представительной магнитуды $M > 3.4$ регистрируются на Тихом океане, где соответственно нет сейсмических станций.

Изменения минимального порога представительной магнитуды после 2015 г. отмечаются там, где установили новые сейсмостанции в сейсмической сети с редким расположением сейсмических станций. На территории юга Дальнего Востока понижение представительной магнитуды отмечается на севере острова Сахалин и Курильских островах.

Выводы

Проведенные исследования подробно рассмотрели существующие оценки представительности сейсмических данных в переходной зоне континент-океан по сравнению с предыдущими периодами [4, 34]. Основные закономерности распределения представительных магнитуд в период с 2003 по 2021 гг. остались неизменными. Результаты указывают на явную зависимость представительности магнитуд землетрясений от плотности сейсмических станций. Области с более высокой плотностью станций обычно имеют более низкий порог представительной магнитуды, что позволяет более точно регистрировать даже небольшие землетрясения. На территории Дальнего Востока России представительная магнитуда составляет M 2.0-2.2, за исключением определенных районов. Например, в Северо-Восточном Китае и на полуострове Чукотка наблюдается увеличение представительной магнитуды, связанное с границами сейсмических зон. Введение новых сейсмостанций приводит к изменениям минимального порога представительной магнитуды. Это свидетельствует о важности обновления и расширения сейсмической сети для улучшения общей эффективности мониторинга.

Была проведена статистическая оценка погрешности определения глубины гипоцентров с использованием каталогов сейсмических станций Приамурской, Южно-Якутской и Охотоморской сетей в трех глубинных диапазонах: 0–20, 21–50 и более 51 км в период с 2003 по 2021 годы. Отмечается снижение погрешности определения гипоцентров землетрясений. Полученные оценки позволили более подробно изучить распределение гипоцентров землетрясений по глубинам (рис. 3) и привели нас к выводу, что, вероятно, накопление и последующее освобождение напряжений с выделением сейсмической энергии в южных районах Дальнего Востока России происходят в основном в твердых гранитно-метаморфических и переходных коро-мантийных слоях.

Эти исследования показывают возможность проведения статистического анализа пространственных распределений глубин гипоцентров и магнитуд землетрясений в трехмерном пространстве. Это имеет ценность для использования сейсмических данных в исследованиях связи сейсмических процессов с глубинным строением земной коры и верхней мантии [11, 41].

Работа выполнена в рамках тем Государственного задания института комплексного анализа ДВО РАН (Рег. № 121051900034-8).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Богомолов Л.М., Сычёв В.Н., Сычёва Н.А. Сейсмологические приложения нестандартного статистического анализа // Вестник ДВО РАН. 2013. № 3. С. 19–25. EDN: ROOYAF.
2. Бормотов В.А. Геодинамическая модель развития сейсмической активности в Приамурье // Проблемы сейсмичности и современной геодинамики Дальнего Востока и Сибири. Хабаровск: ИТИГ ДВО РАН, 2010. С. 71–76.
3. Бормотов В.А., Меркулова Т.В. Кайнозойский этап развития северной ветви Тан-лу-Охотской рифтовой системы: глубинное строение и геодинамика // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31, № 1. С. 26–41. EDN: OXSTTL.
4. Васильева М.А. Завьялов А.Д., Петрищевский А.М. Оценка представительности каталогов землетрясений в южных районах Дальнего Востока России за 2003-2015 гг // Региональные проблемы. 2018. Т. 21, № 3. С. 5–14. DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-3-5-14.
5. Вашилов Ю.Я. Геолого-геофизические условия возникновения землетрясений на Северо-Востоке России / Ю.Я. Вашилов, О.В. Сахно, Л.Ю. Калинина. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. 90 с.

6. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн. 1 / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. 572 с.
7. Горбунова Е.А., Шерман С.И. Медленные деформационные волны в литосфере: фиксирование, параметры, тектонофизический анализ (Центральная Азия) // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31, № 1. С. 18–25. EDN: OXSTTB.
8. Горкуша С.В. Изучение сейсмичности и глубинного строения Восточного Приамурья на основе кластерного анализа // Тихоокеанская геология. 1996. Т. 15, № 4. С. 67–76.
9. Горкуша С.В., Малышев Ю.Ф. Глубинное строение и сейсмичность зоны сочленения Тихоокеанского и Центрально-Азиатского поясов // Тихоокеанская геология. 1993. № 3. С. 32–51.
10. Горкуша С.В., Онухов Ф.С., Корчагин Ф.Г. Сейсмичность и неотектоника юга Дальнего Востока // Тихоокеанская геология. 1999. Т. 18, № 5. С. 61–68. EDN: XSSGTZ.
11. Губанова М.А., Петрищевский А.М. Гравитационные и сейсмологические признаки релогического расслоения литосферы дальневосточных окраин России // Литосфера. 2014. № 6. С. 150–161. EDN: TJWYUZ.
12. Гусев А.А., Шумилина Л.С., Акатова К.Н. Об оценке сейсмической опасности для города Петропавловска-Камчатского на основе набора сценарных землетрясений // Вестник ОГГГН РАН. 2005. № 1 (23). С. 1–22. URL: <https://www.emsd.ru/~gusev/2005/gusevao2005scenario.pdf> (дата обращения: 15.11.2023).
13. Землетрясения России в 2003 году. Обнинск: ГС РАН, 2006. 112 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2003.html> (дата обращения: 01.11.2023).
14. Землетрясения России в 2004 году. Обнинск: ГС РАН, 2007. 140 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2004.html> (дата обращения: 01.11.2023).
15. Землетрясения России в 2005 году. Обнинск: ГС РАН, 2007. 180 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2005.html> (дата обращения: 01.11.2023).
16. Землетрясения России в 2006 году. Обнинск: ГС РАН, 2009. 216 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2006.html> (дата обращения: 01.11.2023).
17. Землетрясения России в 2007 году. Обнинск: ГС РАН, 2009. 220 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2007.html> (дата обращения: 01.11.2023).
18. Землетрясения России в 2008 году. Обнинск: ГС РАН, 2010. 224 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2008.html> (дата обращения: 01.11.2023).
19. Землетрясения России в 2009 году. Обнинск: ГС РАН, 2011. 208 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2009.html> (дата обращения: 01.11.2023).
20. Землетрясения России в 2010 году. Обнинск: ГС РАН, 2012. 208 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2010.html> (дата обращения: 01.11.2023).
21. Землетрясения России в 2011 году. Обнинск: ГС РАН, 2013. 208 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2011.html> (дата обращения: 01.11.2023).
22. Землетрясения России в 2012 году. Обнинск: ГС РАН, 2014. 224 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2012.html> (дата обращения: 01.11.2023).
23. Землетрясения России в 2013 году. Обнинск: ГС РАН, 2015. 224 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2013.html> (дата обращения: 01.11.2023).
24. Землетрясения России в 2014 году. Обнинск: ГС РАН, 2016. 204 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2014.html> (дата обращения: 01.11.2023).
25. Землетрясения России в 2015 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. 212 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2015.html> (дата обращения: 01.11.2023).
26. Землетрясения России в 2016 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. 212 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2016.html> (дата обращения: 01.11.2023).
27. Землетрясения России в 2017 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. 216 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2017.html> (дата обращения: 01.11.2023).
28. Землетрясения России в 2018 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. 212 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2018.html> (дата обращения: 01.11.2023).
29. Землетрясения России в 2019 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2021. 214 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2019.html> (дата обращения: 01.11.2023).
30. Землетрясения России в 2020 году. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. 204 с. URL: <http://www.seme.gsras.ru/zr/2020.html> (дата обращения: 01.11.2023).
31. Землетрясения России в 2021 году. Обнинск:

- ФИЦ ЕГС РАН, 2023. 224 с. URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2021.html> (дата обращения: 01.11.2023).
32. Имаев В.С. Взаимосвязь распределений гранитоидных интрузий и сейсмической активности землетрясений на Северо-Востоке России // Современная геодинамика, активные разломы и сейсмическое районирование. М.: ГИН АН СССР, 1990. С. 5–7.
 33. Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М., Николаев В.В., Семенов Р.М. Буферные сейсмогенные структуры между Евразийской и Амурской литосферными плитами на юге Сибири // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22, № 6. С. 5–61. EDN: UBZIZZ.
 34. Левин Б.В., Ким Чун Ун, Нагорных Т.В. Сейсмичность Приморья и Приамурья в 1888–2008 гг. // Вестник ДВО РАН. 2008. № 6. С. 16–22. EDN: LPAEVX.
 35. Левин Б.В., Родкин М.В., Сасорова Е.В. Особенности сейсмического режима литосферы – проявления воздействия глубинного водного флюида // Физика Земли. 2010. № 5. С. 88–96. EDN: LRGAPF.
 36. Левина В.И., Ландер А.В., Митюшкина С.В., Чеброва А.Ю. Сейсмичность Камчатского региона 1962–2011 гг. // Вулканология и сейсмология. 2013. № 1. С. 41–64. DOI: 10.7868/S0203030613010057. EDN: PUASZL.
 37. Маловичко А.А., Маловичко Д.А. Применение методов численного моделирования сейсмических волновых полей для изучения разномасштабных проявлений техногенной сейсмичности // Современные математические и геологические модели природной среды: сборник научных трудов. М.: ОИФЗ РАН, 2002. С. 120–138.
 38. Никифоров В.М., Дмитриев И.В., Старжинский С.С. Глубинная геоэлектрическая структура и сейсмичность Приморья (Дальний Восток) // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 25, № 4. С. 18–25. EDN: JJYBGF.
 39. Петрищевский А.М. Связь сейсмичности с плотностными неоднородностями литосферы Дальнего Востока России // Вулканология и сейсмология. 2007. № 6. С. 60–71. EDN: HGNXKA.
 40. Петрищевский А.М. Вязкий слой на границе кора-мантия (Дальний Восток) // Геотектоника. 2008. № 5. С. 37–48. EDN: JKSPZ.
 41. Петрищевский А.М., Васильева М.А. 3D-тектонический анализ полей сейсмичности в южных районах Дальнего Востока России // Известия Томского политехнического университета. 2015. Т. 326, № 3. С. 25–39. EDN: TSXNGP.
 42. Писаренко В.Ф. О законе повторяемости землетрясений // Дискретные свойства геофизической среды. М.: Наука, 1989. С. 47–60.
 43. Садовский М.А. Сейсмический процесс в блоковой среде / М.А. Садовский, В.Ф. Писаренко. М.: Наука, 1991. 96 с.
 44. Сейсмические опасности // Природные опасности России. Т. 2 / отв. ред. Г.А. Соболев. М.: КРУК, 2000. 296 с.
 45. Сейсмическое районирование территории Российской Федерации – ОСП-97 / гл. ред. В.Н. Страхов, В.И. Уломов. М.: Текарт, 2000. 1 к.
 46. Сейсмичность и сейсмический прогноз, свойства верхней мантии и их связь с вулканизмом на Камчатке / отв. ред. С.А. Федотов. Новосибирск: Наука, 1974. 220 с.
 47. Сейсмоструктура и сейсмическое районирование Приамурья / под ред. В.П. Солоненко. Новосибирск: Наука, 1989. 127 с.
 48. Селиверстов М.И. Структура сейсмофокальной зоны Камчатки // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 1 (9). С. 10–26. EDN: IAGJFB.
 49. Смирнов В.Б. Опыт оценки представительности данных каталогов землетрясений // Вулканология и сейсмология. 1997. № 4. С. 93–105.
 50. Смирнов В.Б. Прогностические аномалии сейсмического режима. I. Методические основы подготовки исходных данных // Геофизические исследования. 2009. Т. 10. № 2. С. 7–22. EDN: KWUPGB.
 51. Тараканов Р.З. Оценка максимальных возможных магнитуд землетрясений для Курило-Камчатского региона // Природные катастрофы и стихийные бедствия в Дальневосточном регионе. Т. 1. / под ред. А.И. Иващенко. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 28–47.
 52. Тараканов Р.З., Бобков А.О. Оценка предельных магнитуд землетрясений с помощью метода Гумбеля // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, № 1. С. 41–47. EDN: TQTIQB.
 53. Тектоника, геодинамика и металлогения территории республики Саха (Якутия). М.: Наука, 2001. 571 с.
 54. Уломов В.И. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСП-97. Масштаб 1:8 000 000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сей-

смоопасных районах / В.И. Уломов, Л.С. Шу-
милинина. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 57 с.

55. Шерман С.И., Сорокин А.П., Савицкий В.А. Новые метода классификации сейсмоактивных разломов литосферы по индексу сейсмичности // Доклады Академии наук. 2005. Т. 401, № 3. С. 395–398. EDN: HRXEJJ.
 56. Шерман С.И., Горбунова Е.А. Волновая природа активизации разломов Центральной Азии на базе сейсмического мониторинга // Физическая мезомеханика. 2008. Т. 11, № 1. С. 115–122. EDN: IJRQVX.
 57. Шерман С.И., Ма Дзинь, Демьянович В.М., Гуо Яншуанг. Новые данные о тектонофизических закономерностях эпицентральных и гипоцентральных полей землетрясений рифтовых систем Центральной Азии // Доклады Академии наук. 2014. Т. 456, № 6. С. 723–726. DOI: 10.7868/S0869565214180224. EDN: SFA-LUF.
- REFERENCE:
1. Bogomolov L.M., Sychev V.N., Sycheva N.A. Seismological applications of nonstandard statistical analysis. *Vestnik DVO RAN*, 2013, no. 3, pp. 19–25. EDN: ROOYAF. (In Russ.).
 2. Bormotov V.A. Geodynamic model of the development of seismic activity in the Amur region, in *Problemy seismichnosti i sovremennoi geodinamiki Dal'nego Vostoka i Sibiri* (Problems of seismicity and modern geodynamics of the Far East and Siberia). Khabarovsk: ITIG FEB RAS, 2010, pp. 71–76. (In Russ.).
 3. Bormotov V.A., Merkulova T.V. Cenozoic Stage in the Evolution of the Northern Branch of the Tan Lu-Okhotsk Rift System: Deep Structure and Seismogeodynamics. *Tikhookeanskaya geologiya*, 2012, vol. 31, no. 1, pp. 26–41. EDN: OXSTTL. (In Russ.).
 4. Vasilyeva M.A., Zavyalov A.D., Petrishchevsky A.M. Evaluation of Representative Magnitude for Earthquake Catalogues in Southern Regions of Russian Far East in 2003–2015. *Regional'nye problemy*, 2018, vol. 21, no. 3, pp. 5–14. DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-3-5-14. (In Russ.).
 5. Vashchilov Yu.Ya. *Geologo-geofizicheskie usloviya vznikonoveniya zemletryasenii na Severo-Vostoke Rossii* (The geological and geophysical conditions of earthquakes origin on the North-East of Russia), Yu.Ya. Vashchilov, O.V. Sakhno, L.Yu. Kalinina. Magadan: NEISRI FEB RAS, 1996. 90 p. (In Russ.).
 6. *Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii. Kn. 1* (Geodynamics, magmanism and metallogeny of the russian east. Book 1), A.I. Khanchuk, Ed. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 2006. 572 p. (In Russ.).
 7. Gorbunova E.A., Sherman S.I. Slow Deformation Waves in the Lithosphere: Registration, Parameters, and Geodynamic Analysis (Central Asia). *Tikhookeanskaya geologiya*, 2012, vol. 31, no. 1, pp. 18–25. EDN: OXSTTB. (In Russ.).
 8. Gorkusha S.V. Study of seismicity and deep structure of Priamurie on the basis of cluster analysis. *Tikhookeanskaya geologiya*, 1996, vol. 5, no. 4, pp. 67–76. (In Russ.).
 9. Gorkusha, S.V., Malyshev Yu.F. Deep structure and seismicity of the junction of the Pacific and Central-Asian belts. *Tikhookeanskaya geologiya*, 1993, no. 3, pp. 32–51. (In Russ.).
 10. Gorkusha S.V., Onukhov F.S., Korchagin F.G. Seismicity and Neotectonics of the Russian Far East South «Seismicity and Neotectonics of the Russian Far East South». *Tikhookeanskaya geologiya*, 1999, vol. 18, no. 5, pp. 61–68. EDN: XSSGTZ. (In Russ.).
 11. Gubanova M.A. Petrishchevsky A.M. Gravity and seismological fitures of rheological layering of Far East Russia lithosphere. *Litosfera*, 2014, no. 6, pp. 150–161. EDN: TJWYUZ. (In Russ.).
 12. Gusev A.A., Shumilina L.S., Akatova K.N. A specification of seismic hazard for the town of Petropavlovsk-Kamchatsky through scenario earthquakes. *Vestnik OGGGN RAN*, 2005, no. 1 (23), pp. 1–22. Available at: <https://www.emsd.ru/~gusev/2005/gusevao2005scenario.pdf> (accessed: 15.11.2023). (In Russ.).
 13. *Zemletryaseniya Rossii v 2003 godu* (Earthquakes in Russia in 2003). Obninsk: GS RAS, 2006. 112 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2003.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 14. *Zemletryaseniya Rossii v 2004 godu* (Earthquakes in Russia in 2004). Obninsk: GS RAS, 2007. 140 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2004.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 15. *Zemletryaseniya Rossii v 2005 godu* (Earthquakes in Russia in 2005). Obninsk: GS RAS, 2007. 180 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2005.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 16. *Zemletryaseniya Rossii v 2006 godu* (Earthquakes in Russia in 2006). Obninsk: GS RAS, 2009. 216 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2006.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 17. *Zemletryaseniya Rossii v 2007 godu* (Earthquakes in Russia in 2007). Obninsk: GS RAS, 2009. 220 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/>

- zr/2007.html (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
18. *Zemletryaseniya Rossii v 2008 godu* (Earthquakes in Russia in 2008). Obninsk: GS RAS, 2010. 224 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2008.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 19. *Zemletryaseniya Rossii v 2009 godu* (Earthquakes in Russia in 2009). Obninsk: GS RAS, 2011. 208 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2009.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 20. *Zemletryaseniya Rossii v 2010 godu* (Earthquakes in Russia in 2010). Obninsk: GS RAS, 2012. 208 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2010.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 21. *Zemletryaseniya Rossii v 2011 godu* (Earthquakes in Russia in 2011). Obninsk: GS RAS, 2013. 208 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2011.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 22. *Zemletryaseniya Rossii v 2012 godu* (Earthquakes in Russia in 2012). Obninsk: GS RAS, 2014. 224 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2012.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 23. *Zemletryaseniya Rossii v 2013 godu* (Earthquakes in Russia in 2013). Obninsk: GS RAS, 2015. 224 p. URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2013.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 24. *Zemletryaseniya Rossii v 2014 godu* (Earthquakes in Russia in 2014). Obninsk: GS RAS, 2016. 204 p. URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2014.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 25. *Zemletryaseniya Rossii v 2015 godu* (Earthquakes in Russia in 2015). Obninsk: FRC GS RAS, 2017. 212 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2015.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 26. *Zemletryaseniya Rossii v 2016 godu* (Earthquakes in Russia in 2016). Obninsk: FRC GS RAS, 2018. 212 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2016.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 27. *Zemletryaseniya Rossii v 2017 godu* (Earthquakes in Russia in 2017). Obninsk: FRC GS RAS, 2019. 216 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2017.html> (date of reference: 01.11.2023). (In Russ.).
 28. *Zemletryaseniya Rossii v 2018 godu* (Earthquakes in Russia in 2018). Obninsk: FRC GS RAS, 2020. 212 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2018.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 29. *Zemletryaseniya Rossii v 2019 godu* (Earthquakes in Russia in 2019). Obninsk: FRC GS RAS, 2021. 214 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2019.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 30. *Zemletryaseniya Rossii v 2020 godu* (Earthquakes in Russia in 2020). Obninsk: FRC GS RAS, 2022. 204 p. URL: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2020.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 31. *Zemletryaseniya Rossii v 2021 godu* (Earthquakes in Russia in 2021). Obninsk: FRC GS RAS, 2023. 224 p. Available at: <http://www.ceme.gsras.ru/zr/2021.html> (accessed: 01.11.2023). (In Russ.).
 32. Imaev V.S. Interrelation of granitoid intrusion distributions and seismic activity of earthquakes in the North-East of Russia, in *Sovremennaya geodinamika, aktivnye razlomy i seismicheskoe raionirovanie* (Modern geodynamics, active faults and seismic zoning). Moscow: GIN of the USSR Academy of Sciences, 1990, pp. 5–7. (In Russ.).
 33. Imaev V.S., Imaeva L.P., Koz'min B.M., Nikolaev V.V., Semenov R.M. Buffer seismogenic structures between the Eurasian and Amurian lithospheric plates in Southern Siberia. *Tikhookeanskaya geologiya*, 2003, vol. 22, no. 6, pp. 5–61. EDN: UBZIZZ. (In Russ.).
 34. Levin B.V., Kim Chun Un, Nagornykh T.V. Seismicity of Primorye and Priamurye regions in 1888–2008. *Vestnik DVO RAN*, 2008, no. 6, pp. 16–22. EDN: LPAEVX. (In Russ.).
 35. Levin B.V., Rodkin M.V., Sasorova E.V. Specific Features of the Seismic Regime in the Lithosphere: Manifestations of the Deep Aqueous Fluid Action. *Fizika Zemli*, 2010, no. 5, pp. 88–96. EDN: LRGAPF. (In Russ.).
 36. Levina V.I., Lander A.V., Mityushkina S.V., Chebrova A.Y. The Seismicity of the Kamchatka Region: 1962–2011. *Vulkanologiya i seismologiya*, 2013, no. 1, pp. 41–64. DOI: 10.7868/S0203030613010057. EDN: PUASZL. (In Russ.).
 37. Malovichko A.A., Malovichko D.A. Application of methods of numerical modeling of seismic wave fields for the study of multi-scale manifestations of tectogenic seismicity, in *Sovremennye matematicheskie i geologicheskie modeli prirodnoi sredy: sbornik nauchnykh trudov* (Modern mathematical and geological models of the natural environment: collection of scientific papers). Moscow: OIFZ RAS, 2002, pp. 120–138. (In Russ.).
 38. Nikiforov V.M., Dmitriev I.V., Starzhinskiy S.S. Deep geoelectrical structure and seismicity of Primorye (Far East). *Tikhookeanskaya geologiya*, 2006, vol. 25, no. 4, pp. 18–25. EDN: JJYBGF. (In Russ.).
 39. Petrishchevsky A.M. The Relation of Seismicity to Lithospheric Density Inhomogeneities in the Russian Far East. *Vulkanologiya i seismologiya*,

- 2007, no. 6, pp. 60–71. EDN: HG NXKA. (In Russ.).
40. Petrishchevsky A.M. A Viscous Layer at the Crust–Mantle Boundary in the Far East of Russian. *Geotektonika*, 2008, no. 5, pp. 37–48. EDN: JKCSPZ. (In Russ.).
 41. Petrishchevsky A.M., Vasileva M.A. 3D-Tectonic Analysis of Seismicity Fields in the South Regions of Russian Far East. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2015, vol. 326, no. 3, pp. 25–39. EDN TSXNGP. (In Russ.).
 42. Pisarenko V.F. On the law of earthquake recurrence, in *Diskretnye svoystva geofizicheskoi sredy* (Discrete properties of the geophysical environment). Moscow: Nauka Publ., 1989, pp. 47–60. (In Russ.).
 43. Sadovsky M.A. *Seismicheskii protsess v blokovoi srede* (Seismic process in a block environment), M.A. Sadovsky, V.F. Pisarenko. Moscow: Nauka Publ., 1991. 96 p. (In Russ.).
 44. Seismic hazards, in *Prirodnye opasnosti Rossii* (Natural hazards of Russia), vol. 2, G.A. Sobolev, Ed. Moscow: KRUK, 2000. 296 p. (In Russ.).
 45. *Seismicheskoe raionirovanie territorii Rossiiskoi Federatsii – OSR-97* (Seismic zoning of the territory of the Russian Federation – OSR-97), V.N. Strakhov, V.I. Ulomov Ed. Moscow: Tekart Publ., 200. 1 k. (In Russ.).
 46. *Seismichnost' i seismicheskii prognoz, svoystva verkhnei mantii i ikh svyaz' s vulkanizmom na Kamchatke* (Seismicity and seismic forecast, properties of the upper mantle and their connection with volcanism in Kamchatka), S.A. Fedotov, Ed. Novosibirsk: Nauka Publ., 1974. 220 p. (In Russ.).
 47. *Seismotektonika i seismicheskoe raionirovanie Priamur'ya* (Seismotectonics and seismic zoning of the Amur region), V.P. Solonenko, Ed. Novosibirsk: Nauka Publ., 1989. 127 p. (In Russ.).
 48. Seliverstov M.I. Structure of Kamchatka Seismo-Focal Zone. *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle*, 2007, no. 1 (9), pp. 10–26. EDN: IAGJFB. (In Russ.).
 49. Smirnov V.B. An attempt at estimating data representativeness for earthquake catalogs. *Vulkanologiya i seismologiya*, 1997, no. 4, pp. 93–105. (In Russ.).
 50. Smirnov V.B. Prognostic Anomalies of Seismic Regime. I. Technique for Preparation of Original Data. *Geofizicheskie issledovaniya*, 2009, vol. 10, no. 2, pp. 7–22. EDN: KWUPGB. (In Russ.).
 51. Tarakanov R.Z. Assessment of the maximum possible earthquake magnitudes for the Kuril-Kamchatka region, in *Prirodnye katastrofy i stikhiinye bedstviya v Dal'nevostochnom regione* (Natural disasters and natural disasters in the Far Eastern region), vol. 1, A.I. Ivashchenko, Ed. Vladivostok: Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences, 1990, pp. 28–47. (In Russ.).
 52. Tarakanov R.Z., Bobkov A.O. Evaluation of Extreme Magnitudes of Earthquakes Using the Method of Gumbel. *Regional'nye problemy*, 2012, vol. 15, no. 1, pp. 41–47. EDN: TQTIQB. (In Russ.).
 53. *Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii respubliki Sakha (Yakutiya)* (Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)). Moscow: Nauka Publ., 2001. 571 p. (In Russ.).
 54. Ulomov V.I. *Komplekt kart obshchego seismicheskogo raionirovaniya territorii Rossiiskoi Federatsii – OSR-97. Masshtab 1:8 000 000. Ob'yasnitel'naya zapiska i spisok gorodov i naseleennykh punktov, raspolozhennykh v seismoopasnykh raionakh* (A set of maps of the general seismic zoning of the territory of the Russian Federation – OSR-97. Scale 1:8 000 000. Explanatory note and list of cities and settlements located in earthquake-prone areas), V.I. Ulomov, L.S. Shumilina. Moscow: OIFZ RAS, 1999. 57 p. (In Russ.).
 55. Sherman S.I., Sorokin A.P., Savitskii V.A. New Methods for the Classification of Seismoactive Lithospheric Faults Based on the Index of Seismicity. *Doklady Akademii nauk*, 2005, vol. 401, no. 3, pp. 395–398. EDN: HRXEJJ. (In Russ.).
 56. Sherman S.I., Gorbunova E.A. Wave Origin of Fault Activation in the Central Asia on the Basis of Seismic Monitoring. *Fizicheskaya mezomekhanika*, 2008, vol. 11, no. 1, pp. 115–122. EDN: IJRQVX. (In Russ.).
 57. Sherman S.I., Jin M., Dem'yanovich V.M., Yanshuang G. New Data on Tectonophysical Regularities of the Epicentral and Hypocentral Earthquake Fields in the Rift Systems of Central Asia. *Doklady Akademii nauk*, 2014, vol. 456, no. 6, pp. 723–726. DOI: 10.7868/S0869565214180224. EDN: SFALUF. (In Russ.).

REPRESENTATIVENESS EVOLUTION OF THE EARTHQUAKE'S CATALOGS GS RAS CONTINENT-OCEAN TRANSITION ZONE FOR 2003–2021

M.A. Ovsienko

The author gives evaluation of seismic transitional zone continent-ocean catalogs representativeness using the FIC EGS RAS summary data (Obninsk) for the period of 2003–2021. In the investigation process it has been compiled a map of the minimum representative magnitude, characteristic of the Far Eastern region. It emphasizes that a significant portion of area in the Russian Far East has a lower threshold of earthquake representation with magnitudes ranging from 1.8 to 2.0. The representative magnitude sharp increase marks the boundary of seismic zones observations: the Sakhalin network on the border with China, the Magadan and Kamchatka networks on the Chukotka Peninsula. When comparing the periods of 2003–2015 and 2003–2021, the overall pattern of representative magnitude distribution remains consistent. In the regions with a sparse station distribution within the seismic monitoring network, new seismic stations show changes in the minimum threshold of representative magnitude. In the southern Far East, there is a decrease in the representative magnitude threshold, also noted in the northern part of Sakhalin and the Kuril Islands. The accuracy of determining the upper crustal earthquakes (range of depths 0–20 km) hypocenters depths in the Amur region is an average of ± 1.8 km, and in the Okhotsk Sea region – ± 2.5 km. At the same time, the accuracy of estimations in the lower crustal layer (range of depths 21–50 km) is ± 3.8 km in the Middle Amur Region, and ± 7.7 km in the Okhotsk Sea region. It is found a significant reduction in the measurement error of earthquakes hypocenters depths determining, as compared to the period of 2003– 2015.

Keywords: representativeness, earthquakes, magnitude, hypocenter.

Reference: Ovsienko M.A. Representativeness evolution of the earthquake's Catalogs GS RAS continent-ocean transition zone for 2003–2021. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 40–51. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-40-51.

Поступила в редакцию 13.11.2023

Принята к публикации 18.12.2023

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 550.461:551.12

РОЛЬ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ В ЗАРОЖДЕНИИ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

В.Н. Компаниченко

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: kompanv@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4208-1932>

В рамках концепции термодинамической инверсии было обосновано еще одно необходимое условие возникновения жизни – многоуровневые колебания физико-химических параметров (в дополнение к трем общепринятым: наличие органического вещества, водной среды и источника энергии). Принимая во внимание это условие, гидротермальные системы были предпочтительной средой для зарождения жизни на ранней Земле по сравнению с океаном, в котором колебания физико-химических параметров проявляются в минимальной степени. Гидротермальные среды характеризуются чрезвычайно широким диапазоном градиентов температуры, давления, pH и концентраций компонентов. Наличие многоуровневых флуктуаций было подтверждено с помощью термодинамических оценок и прямых измерений давления и температуры в ходе мониторинга в некоторых гидротермальных системах полуострова Камчатка (например, в Мутновском и Паужетском термальных полях). Математическая обработка базы данных мониторинга выявляет по меньшей мере три уровня колебаний давления: 1) нерегулярные макрофлуктуации (с большими амплитудами, достигающими нескольких бар); 2) регулярные микроколебания (с меньшими амплитудами, порядка нескольких десятых бара, и периодами около 20 минут); 3) внезапные изменения давления и колебания с периодами менее 5 минут, а также мелкомасштабная вариативность с оптимальными амплитудами до 0.1 бара. Высокая корреляция между давлением, температурой и концентрациями химических компонентов также обнаружена в гидротермальных системах на Камчатке и в Словении. Множество данных о динамике термодинамических и физико-химических параметров гидротермального флюида, полученных многими исследователями в разных регионах мира, могут быть применимы для изучения процесса зарождения первичных форм жизни на ранней Земле.

Ключевые слова: гидротермальная система, происхождение жизни, флюид, термодинамика, флуктуация, температура, давление, гидрохимия.

Образец цитирования: Компаниченко В.Н. Роль гидротермальной динамики в зарождении жизни на Земле // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 52–61. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-52-61.

Введение

Гидротермальные системы на ранней Земле рассматриваются многими исследователями как вероятное место зарождения жизни [8, 11, 13, 15, 18, 26, 29, 31, 33]. Некоторые из них связывают среду зарождения жизни с подводными горячими источниками [11, 31], другие подчеркивают пригодность тепловых потоков на континентах [12, 26]. Тепловая энергия и резкие градиенты являются двумя важными факторами, которые могут

быть благоприятны для образования первичных клеток в таких средах. Высокая температура жидкости способствует синтезу органических молекул и самосборке их агрегатов, включая пребиотические микросистемы. Сильные перепады температуры (особенно между подводными жерлами и океанической водой) и концентрации соединений являются эффективным источником энергии. Итак, гидротермальная среда обладает всеми тремя необходимыми условиями для зарождения

жизни – наличием жидкой воды, органического вещества и источника энергии, которые признаны современной наукой. Однако океан также содержит растворенные и рассеянные органические вещества. Некоторые исследования позволяют нам предположить высокую температуру океана (около +70 °С) около 3,5 миллиардов лет назад [19].

Таким образом, перечисленных трех критериев недостаточно для надежного выбора наиболее вероятной среды для зарождения жизни: либо гидротермальные системы, либо океан (за пределами горячих выбросов на его дне).

В рамках концепции термодинамической инверсии (ТИ), или просто инверсионной концепции, было обосновано еще одно необходимое условие возникновения жизни [4, 22, 23]. Его можно сформулировать как многоуровневые колебания физико-химических параметров (температуры, давления, концентраций компонентов, рН, Eh и т.д.). Важность этого четвертого условия заключается в необходимости непрерывных внешних воздействий на пребиотическую органическую микросистему, которые инициируют ее неизбежное противодействие (в соответствии с принципом Ле Шателье). Следуя ТИ-концепции, в локальных условиях, далеких от равновесия внутри гидротермальной системы, противодействие может усилиться по сравнению с первоначальным внешним воздействием, которое приводит к трансформации пребиотической микросистемы в первичную форму жизни. Отсутствие существенных флуктуаций в среде (например в океане) не дает возможности для такой трансформации.

Необходимость многоуровневых флуктуаций параметров для зарождения жизни в конечном итоге вытекает из второго закона термодинамики. Согласно последнему, в неживых системах (включая открытые системы) энтропия со временем увеличивается. В ходе эволюции биосферы, наоборот, увеличивается концентрация свободной энергии и информации за счет относительного снижения энтропии. Оба этих тренда известны. Из этого вытекает, что процессы в неживых химических системах и биологических системах протекают в рамках термодинамически противоположных способов организации: в первых на общем фоне дефицита свободной энергии (и информации), во втором – на фоне их избытка. В этой связи в ходе автокаталитических циклических реакций в химических (органических) системах неизбежно возникают побочные продукты, накопление которых приводит к остановке процесса. Появ-

ление таких продуктов рассмотрено во многих работах (например, [10]). В биохимических реакциях жизнеспособного организма такие побочные продукты различными способами утилизируются, и организм продолжает свое существование. В итоге переход от химических к биологическим системам во время возникновения жизни неизбежно требует термодинамического переворота, в ходе которого система переходит к существованию в условиях избытка свободной энергии со всеми вытекающими последствиями. Такой переход и осуществляется через ответ системы на внешние воздействия (стресс). Если она способна оказывать усиленное (через избыток свободной энергии) и целенаправленное (через избыточную информацию) ответное реагирование на внешние воздействия, то она переходит в живое состояние. Роль стресса в возникновении жизни рассмотрена в специальной работе [20]. При этом важным является сочетание нерегулярных макрофлуктуаций параметров в среде, что поддерживает необходимые неравновесные условия всего процесса, и более или менее регулярных микрофлуктуаций, которые обеспечивают относительную стабильность предбиологических (микро)систем, трансформирующихся в простейшие формы жизни.

Цель этой статьи – показать, как изучение гидротермальной динамики может быть применено для изучения происхождения жизни.

Инверсионная концепция происхождения жизни: основные положения

Концепция инверсии рассматривает «термодинамическую инверсию» в пребиотических микросистемах как ключевой этап, ответственный за их трансформацию в первичные формы жизни. С термодинамической точки зрения такое преобразование представляет собой инверсию балансов «вклад свободной энергии по отношению к вкладу энтропии» и «вклад информации по отношению к вкладу информационной энтропии» в системе – от отрицательного в неживой пребиотической микросистеме до положительного в исходном живом микроорганизме. Произошедшая инверсия означает возникновение избыточной «сверхэнтропийной» свободной энергии и избыточной информации (которые не подвергаются энтропийному прессингу), циркуляция которых запускает соответствующие биологические процессы в преобразованной системе. На пути к инверсии химическая система должна преодолеть негэнтропийный барьер, который следует из второго закона термодинамики [23].

Инверсия может происходить в условиях, далеких от равновесия, в ходе бифуркационного перехода химической системы из исходного стабильного состояния в новое стабильное состояние. Общие закономерности бифуркационных переходов хорошо изучены в рамках теории диссипативных структур (основатель – Илья Пригожин) и синергетики (основатель – Герман Хакен) [14, 16, 27, 30]. Апогеем такого перехода является точка бифуркации, где химическая система претерпевает множество случайных изменений, которые могут повлиять на выбор ее дальнейшего пути развития (либо к усложнению через самоорганизацию, либо к упрощению и деградации). Вблизи точки бифуркации химическая система обладает некоторыми существенными свойствами, которые лежат в основе жизни: самоподдерживающаяся гетерогенность, непрерывные флуктуации и реорганизация молекул, кооперативные явления и непрерывный обмен веществом и энергией с окружающей средой. Эти свойства исчезают, если система покидает область бифуркации и переходит в новое стабильное (близкое к равновесию) состояние. Чтобы сохранить эти свойства, система должна оставаться в пределах области бифуркации посредством сбалансированных внутренних колебаний между исходным и новым стабильными состояниями, что возможно только при адекватных колебаниях параметров во внешнем мире. Таким образом, физико-химические флуктуации в среде необходимы для зарождения жизни, следуя концепции инверсии [4, 23].

Ниже приведены некоторые пояснения амплитудно-частотных характеристик колебаний, благоприятных для зарождения жизненного процесса.

1. Флуктуации должны быть многоуровневыми, проявляющимися по крайней мере на двух уровнях: нерегулярные макрофлуктуации со значительными амплитудами, которые постоянно поддерживают далекое от равновесия состояние органических агрегатов, и регулярные микрофлуктуации с малыми амплитудами, которые поддерживают сбалансированные колебания агрегатов вблизи точки бифуркации.

2. Высокочастотные колебания (с периодами, измеряемыми по крайней мере в минутах) должны иметь место в материнской среде, поскольку срок жизни простейших термофильных клеток, расположенных вблизи корня филогенетического дерева, может быть очень коротким: 10–30 минут.

Выбор наиболее подходящей среды для зарождения жизни

Предложенное четвертое необходимое условие возникновения жизни позволяет более четко определить наиболее вероятную среду для возникновения жизни. Масштаб физико-химических колебаний в водных средах зависит от масштаба соответствующих градиентов. Океаны Земли (за пределами подводных горячих источников) характеризуются очень низкими градиентами основных параметров. Так, значения солености колеблются от 30 до 38 г/л, рН – от 8,0 до 8,4. Небольшие градиенты определяют низкие амплитуды физико-химических колебаний в океане, которые могут возникать при медленных течениях, прибое и ураганах. Они не приводят к значительным изменениям температуры, гидростатического давления или химического состава воды. Суточные колебания температуры характеризуются низкими амплитудами и очень длительным периодом (около 24 часов), которые значительно преобладают на протяжении всей жизни термофильных прокариот, расположенных близко к корню филогенетического дерева. Принимая во внимание довольно стабильные условия в океане, его нельзя определить как подходящую среду для зарождения жизни. То же самое касается озер и подземных водоносных горизонтов со стоячим режимом и тем более ледяных покровов.

Колебания в гидротермальных системах очень разнообразны. Их масштаб колеблется от очень низкого до необычайно высокого. Так, соленость в гидротермальных средах колеблется в пределах <1–500 г/л, рН 1–12, температура 30–400 °С. Макрофлуктуации в современных гидротермальных системах инициируются землетрясениями, тектоническими дислокациями, извержениями вулканов и эксплозиями флюидов. Эти события обеспечивают очень высокий потенциал для генерации многоуровневых флуктуаций. В целом непрерывные макро- и микрофлуктуации в гидротермальных системах поддерживаются постоянным противоречивым взаимодействием между гидродинамическим давлением поднимающейся жидкости и нисходящим литостатическим давлением вмещающих пород. Такое встречное взаимодействие полярно ориентированных давлений отсутствует в океане: здесь действует только нисходящее гидростатическое давление.

Таким образом, только гидротермальная среда удовлетворяет четвертому необходимому условию для возникновения жизни. По этой причине автор рассматривает именно гидротермаль-

ные системы как наиболее вероятную колыбель жизни на ранней Земле (как и многие другие исследователи, перечисленные выше). Это мнение подтверждается исследованиями Камчатского геотермального региона, где действительно были выявлены упомянутые выше типы разнообразных флуктуаций Р-Т [6, 21, 23].

Колебания физико-химических параметров гидротермального флюида

Существует много информации, касающейся измеренных или предполагаемых колебаний в гидротермальных системах, но почти никто не пытался применить эти данные к исследованию происхождения жизни. Автор с коллегами предприняли такую попытку, используя как термодинамические оценки, так и прямые измерения.

Термодинамические оценки при моделировании гидротермального флюида были сделаны для различных температур (25, 100, 125, 150 °С), давления (1, 10, 50 бар), соотношения вода/порода (от 1000 до 0,05, т.е. от открытых трещин до небольших пор, заполненных флюидом), с добавлением и без добавления воды. Общее описание метода приведено в работах [5, 23], в то время как подробная характеристика используемых термодинамических моделей дана в книгах Авченко

и др. [1, 2] и Чудненко [7]. Расчетная модель была составлена по методу минимизации потенциала Гиббса с использованием программного комплекса «Селектор». Моделирование проводилось на термодинамической основе [17] с использованием моделей твердых растворов.

Полученные результаты демонстрируют огромные вариации значений параметров, которые зависят от условий R-T и соотношений жидкой, твердой и газообразной фаз [5, 23]. Таким образом, рН гидротермального флюида, мигрирующего из открытой трещины в мелкие поры, может изменяться с кислого на щелочной (при тех же температуре и давлении). Добавление газовой фазы (CO_2) в систему вода-порода может привести к существенному повышению кислотности и уменьшению вариаций в содержании многих компонентов. Некоторые примеры изменчивости показаны на рис. 1. Из оценок следует, что параметры Р-Т-Х гидротермального флюида, движущегося через разветвленную сеть трещин и пор, влияют друг на друга и должны характеризоваться высокой изменчивостью. Этот тезис соответствует теореме Онзагера, постулирующей взаимозависимость между значениями различных параметров в растворе и расплаве [28].

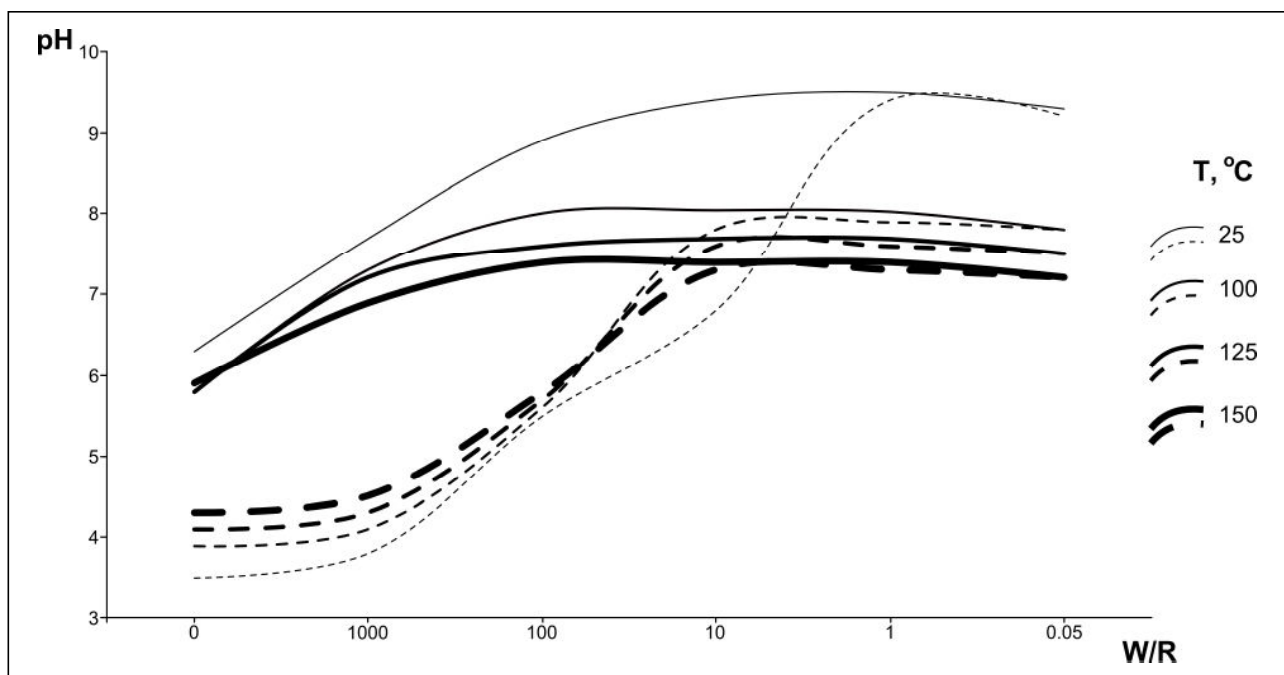


Рис. 1. Расчетные значения рН в зависимости от температуры и соотношения вода/порода (W/R) при стабильном давлении (10 бар), без добавления 2 молей CO_2

Fig. 1. Estimated pH depending on temperature and water/rock (W/R) ratio at stable pressure (10 bars), without addition of 2 CO_2 moles

Математическая обработка базы данных мониторинга, включающей измерения давления и температуры пароводяной смеси, была проведена для некоторых гидротермальных систем полуострова Камчатка [6, 21, 23]. Полученные результаты позволяют нам охарактеризовать многоуровневые колебания (амплитуды, периоды и частоты) в скважинах на глубине 1–1,5 км и вблизи поверхности (на устьях скважин). Наиболее существенные данные касаются мониторинга давления, проведенного в скважине 30 Мутновской гидротермальной системы в течение 2006 года группой А.В. Кирюхина из Института вулканологии ДВО РАН (глубина 950 метров, интервал между измерениями 2 минуты, в сумме около 250 000 измерений). Фрагмент записи показан на рис. 2. Математическая обработка базы данных выявляет по меньшей мере три уровня флуктуаций: 1) нерегулярные макроколебания (амплитуды до нескольких баров); 2) регулярные микроколебания (периоды около 20 минут, амплитуды до 1 бара); 3) внезапные изменения давления и флуктуации с периодами менее 5 минут. Другое исследование было направлено на оценку коэффициента корреляции между давлением и температурой пароводяной смеси на устьях двенадцати скважин; измерения проводились в течение нескольких лет (один раз в 10 дней). Расчетный коэффициент очень высок: он варьируется от 0,89 до 0,99 для разных скважин.

Комбинированный мониторинг давления, температуры и некоторых химических параметров в горячем растворе в геотермальном бассейне Мура (Словения) был проведен Питером и Полоной Краль [24, 25]. Они выявили регулярные колебания термодинамических и физико-химических параметров в горячей воде с периодом около 70 минут. Детальное изучение изменений химических параметров в течение одного 70-минутного цикла показало, что концентрации многих компонентов положительно коррелируют с изменением многих химических компонентов (рис. 3). Концентрации Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Br и рН отчетливо следуют за температурным пиком с 15-минутной задержкой. Слабые пики концентрации J , F^- , CO_2 также коррелируют с температурным пиком. Только содержание Mg_2^+ и NH_4^+ не проявляет определенной тенденции.

Заключение

Описанные выше исследования гидротермальных систем демонстрируют чрезвычайно широкий диапазон флуктуаций, включая их масштаб (макро- и микрофлуктуации с различной амплитудой), тип (нерегулярные флуктуации и регулярные колебания), частоты/периоды (высокочастотные и низкочастотные), параметры (температура, давление, рН, концентрации из компонентов). Амплитуды колебаний могут необычайно возрастать из-за вулканических явлений и/или землетрясений, что показано в некоторых работах [3, 9, 32].

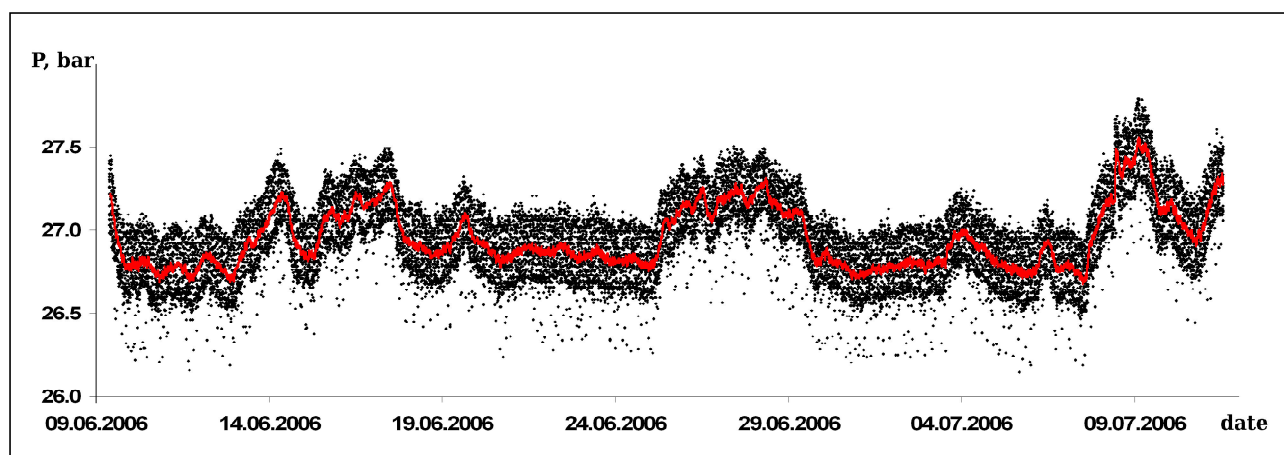


Рис. 2. Запись колебаний давления в скважине № 30 на глубине 950 метров, Мутновское гидротермальное месторождение, Камчатка (использовано около 20 000 измерений, выполненных группой А.В. Кирюхина из ИВиС ДВО РАН в июле 2006 г.)

Fig. 2. Recording of pressure fluctuations in well No. 30 at a depth of 950 meters, Mutnovoye hydrothermal field, Kamchatka (about 20,000 measurements were used, performed by A.V. Kiryukhin's group from the IVis FEB RAS in July 2006)

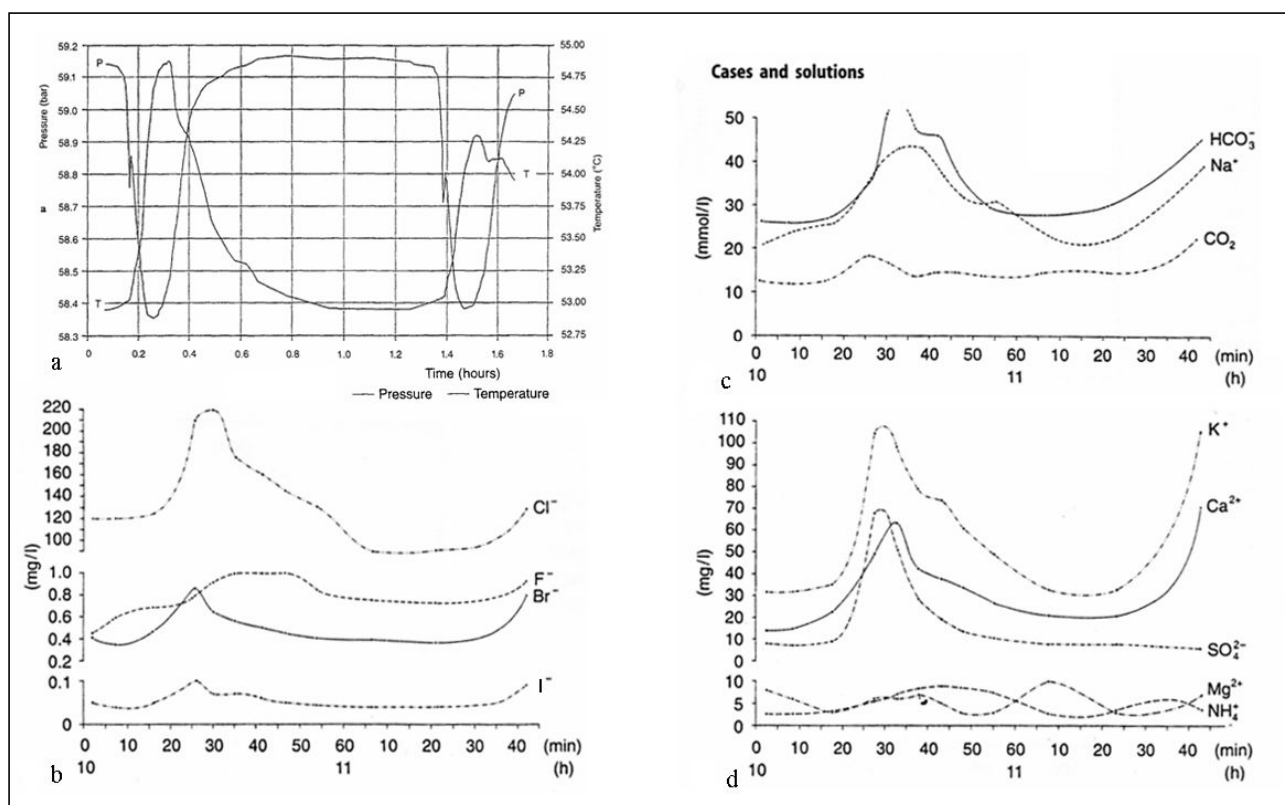


Рис. 3. Корреляционные временные вариации в изменениях температуры, давления, pH и концентраций некоторых химических компонентов в горячей воде в течение одного цикла микроколебаний (интервал времени 70 минут) в устье скважины Sob-1, геотермальный бассейн Мура (Словения), запись за ноябрь 1997 г. "a" - изменение давления (P) и температура (T); 'b-d' – колебания содержания различных ионов, микроэлементов и нерастворенных газов: Cl, F, Br, J. (b), Na⁺, HCO₃⁻, CO₂ (c), K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺, SO₄²⁻ (d) [Kralj, 2001]

Fig. 3. Correlative temporal variations in changes in temperature, pressure, pH and concentrations of certain chemical components in hot water during one cycle of micro-oscillations (time interval 70 minutes) at the wellhead Sob-1, Mura geothermal basin (Slovenia), entry for November 1997. "a" – pressure change (P) and temperature (T); 'b-d' – fluctuations in the content of various ions, trace elements and undissolved gases: Cl⁻, F⁻, Br⁻, J⁻. (b), Na⁺, HCO₃⁻, CO₂ (c), K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺, SO₄²⁻ (d) [Kralj, 2001]

Кроме того, важно обнаружение микроколебаний, период которых измеряется в минутах. Эти данные соответствуют четвертому необходимому условию возникновения жизни, что позволяет нам рассматривать именно гидротермальные системы как наиболее вероятную среду для ее возникновения; для сравнения, изменчивость геофизических и геохимических параметров в океане несопоставимо ниже. Дальнейшее изучение динамики гидротермальных флюидов и их применение в области происхождения жизни может быть очень полезным для характеристики потенциальной колыбели жизни на Земле.

Работа выполнена в рамках госзадания ИКАРП ДВО РАН.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Авченко О.В. Основы физико-химического моделирования минеральных систем / О.В. Авченко, К.В. Чудненко, И.А. Александров. М.: Наука, 2009. 229 с.
2. Авченко О.В., Чудненко К.В., Александров И.А., Худоложкин В.О. Адаптация программного комплекса «Селектор-С» к решению проблем петрогенезиса метаморфических пород // Геохимия. 2011. № 2. С. 149–164.
3. Кирюхин А.В., Лесных М.Д., Поляков А.Ю. Естественный гидродинамический режим Мутновского геотермального резервуара и его связь с сейсмической активностью // Вулканология и Сейсмология. 2002. № 1. С. 51–60.

4. Компаниченко В.Н. Этапы перехода от доклеточных органических микросистем к первичным сообществам прокариот // Известия РАН. Серия биологическая. 2011. № 5. С. 630–640.
5. Компаниченко В.Н., Авченко О.В. Термодинамические расчеты параметров состояния гидротермальной среды для моделирования процесса зарождения биосферы // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 2. С. 5–13.
6. Компаниченко В.Н., Шлюфман К.В. Амплитудно-частотная характеристика колебаний давления пароводяной смеси в Верхне-Мутновской гидротермальной системе // Вулканонология и сейсмология. 2013. № 5. С. 51–58. DOI: 10.7868/S0203030613050027.
7. Чудненко К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. Новосибирск: Гео, 2010. 287 с.
8. Baaske P., Weinert F.M., Duhr S., Lemke K.H., Russell M.J., Braun D. Extreme accumulation of nucleotides in simulated hydrothermal pore systems // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2007. Vol. 104, N 22. P. 9346–9351. DOI: 10.1073/pnas.0609592104.
9. Brown K.M., Tryon M.D., DeShon H.R., Dorman L.M., Schwartz S.Y. Correlated transient fluid pulsing and seismic tremor in the Costa Rica subduction zone // Earth and Planetary Science Letters. 2005. Vol. 238, N 1–2. P. 189–203.
10. Budin I., Szostak J.W. Expanding roles for diverse physical phenomena during the origin of life // Annu Rev Biophys. 2010. Vol. 39. P. 245–263.
11. Corliss J.B., Baross J.A., Hoffman S.E. An hypothesis concerning the relationship between submarine hot springs and the origin of life on the Earth // Oceanological Acta. 1981. N 4. P. 59–69.
12. Deamer D.W. Combinatorial chemistry in the prebiotic environment // Journal of Biomolecular Structure and Dynamics. 2013. N 31, Suppl. 1. P. 9. DOI: 10.1080/07391102.2013.786323.
13. Deamer D.W. First Life: Discovering the Connections between Stars, Cells, and How Life Began. Berkeley (California): University of California Press, 2011. 272 p.
14. Ebeling W. Physik der Evolutionsprozesse / W. Ebeling, A. Engel, R. Feistel. Berlin: Akademie-Verlag, 1990. 371 p.
15. Feistel R. Physics of Self-Organization and Evolution / R. Feistel, W. Ebeling. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, 2011. 576 p.
16. Haken H. Synergetics. An Introduction Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organization in Physics, Chemistry and Biology. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1978. 358 p. DOI: 10.1007/978-3-642-96469-5.
17. Holland T.J.B., Powell R. An internally consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest // Journal of Metamorphic Geology. 1998. Vol. 16, N 3. P. 309–343. DOI: 10.1111/j.1525-1314.1998.00140.x.
18. Holm N.G., Andersson E. Hydrothermal simulation experiments as a tool for studies for the origin of life on Earth and other terrestrial planets: a review // Astrobiology. 2005. Vol. 5, N 4. P. 444–460. DOI: 10.1089/ast.2005.5.444.
19. Knauth L.P., Lowe D.R. High Archaean climatic temperature inferred from oxygen isotope geochemistry of cherts in the 3.5 Ga Swaziland Supergroup, South Africa // Geological Society America Bulletin. 2003. Vol. 115, N 5. P. 566–580. DOI: 10.1130/0016-7606(2003)115<0566:HAC TIF>2.0.CO;2.
20. Kompanichenko V., Kotsyurbenko O. Role of Stress in the Origin of Life // Life. 2022. Vol. 12, N 11. 1930. DOI: 10.3390/life12111930.
21. Kompanichenko V.N., Poturay V.A., Shlufman K.V. Hydrothermal systems of Kamchatka are Models of the Prebiotic Environment // Origin of Life and Evolution of Biospheres. 2015. Vol. 45, N 1–2. P. 93–103. DOI: 10.1007/s11084-015-9429-2.
22. Kompanichenko V.N. Inversion Concept of the Origin of Life // Origins of Life and Evolution of Biospheres. 2012. Vol. 42. P. 153–178.
23. Kompanichenko V.N. Thermodynamic Inversion: Origin of Living Systems. Cham (Switzerland): Springer International Publishing, 2017. 275 p. DOI: 10.1007/978-3-319-53512-8.
24. Kralj P. Das Thermalwasser-System des Mur-Beckens in Nordost-Slowenien // Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie. 2001. Vol. 81. P. 1–82.
25. Kralj Pt., Kralj P. Thermal and mineral waters in north-eastern Slovenia // Environmental Earth Sciences. 2000. Vol. 39, N 5. P. 488–500. DOI: 10.1007/s002540050455.
26. Mulkidjanian A.Y., Bychkov A.Yu., Dibrova D.V., Galperin M.Y., Koonin E.V. Origin of first cells at terrestrial, anoxic geothermal fields // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2012. Vol. 109 (14). P. E821–E830. DOI: 10.1073/pnas.1117774109.

27. Nicolis G. Self-organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order through Fluctuations, 1st Edition / G. Nicolis, I. Prigogine. New York: Wiley, 1977. 512 p.
 28. Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes. II // *Physical Review*. 1931. Vol. 38(12). P. 2265–2279. DOI: 10.1103/physrev.38.2265.
 29. Pace N.R. Origin of life - facing up to the physical setting // *Cell*. 1991. Vol. 65 (4). P. 531–533. DOI: 10.1016/0092-8674(91)90082-a.
 30. Prigogine I. Order out of chaos: Man's New Dialogue with Nature / I. Prigogine, I. Stengers. Toronto; New York; London; Sydney: Bantam Books, 1984. 349 p.
 31. Russell M.J., Hall A.J., Boyce A.J., Fallick A.E. 100th anniversary special paper: > on hydrothermal convection and the emergence of life // *Economic Geology*. 2005. Vol. 100, N 3. P. 419–438. DOI: 10.2113/gsecongeo.100.3.419.
 32. Stefansson V. The Krafla geothermal field, North-East Iceland // *Geothermal Systems: Principles and Case Histories*. New York: Wiley and Sons, 1981. P. 273–294.
 33. Washington J. The Possible Role of Volcanic Aquifers in Prebiotic Genesis of Organic Compounds and RNA // *Origins of life and evolution of the biosphere*. 2000. Vol. 30 (1). P. 53–79. DOI: 10.1023/A:1006692606492.
- REFERENS:
1. Avchenko O.V. *Osnovy fiziko-khimicheskogo modelirovaniya mineral'nykh system* (Fundamentals of Physicochemical Modeling of Mineral Systems), O.V. Avchenko, K.V. Chudnenko, I.A. Aleksandrov. Moscow: Nauka Publ., 2009. 229 p. (In Russ).
 2. Avchenko O.V., Chudnenko K.V., Aleksandrov I.A., Khudolozhkin V.O. Adaptation of the SELECTOR-C program package for solving petrogenetic problems of metamorphic rocks. *Geochemistry international*, 2011, no. 2, pp. 149–164. (In Russ).
 3. Kiryukhin A.V., Lesnykh M.D., Polyakov A.Yu. The natural hydrodynamic regime of the Mutnovsky geothermal reservoir and its connection with seismic activity. *Vulkanologiya i Seismologiya*, 2002, no. 1, pp. 51–60. (In Russ).
 4. Kompanichenko V.N. Stages of transition from precellular organic microsystems to primary prokaryotic communities. *Izvestiya RAN. Seriya biologicheskaya*, 2011, no. 5, pp. 630–640. (In Russ).
 5. Kompanichenko V.N., Avchenko O.V. Thermodynamic calculations of the parameters of hydrothermal environment in the modeling of biosphere origin. *Regional'nye problemy*, 2015, vol. 18, no. 2, pp. 5–13. (In Russ).
 6. Kompanichenko V.N., Shlyufman K.V. Amplitude-frequency characteristic of pressure fluctuations of the steam-water mixture in the Verkhne-Mutnovskaya hydrothermal system. *Vulkanologiya i Seismologiya*, 2013, no. 5, pp. 51–58. (In Russ). DOI: 10.7868/S0203030613050027.
 7. Chudnenko K.V. *Termodinamicheskoe modelirovanie v geokhimii: teoriya, algoritmy, programmnoe obespechenie, prilozheniya* (Thermodynamic modeling in geochemistry: theory, algorithms, software, applications). Novosibirsk: Geo Publ., 2010. 287 p. (In Russ).
 8. Baaske P., Weinert F.M., Duhr S., Lemke K.H., Russell M.J., Braun D. Extreme accumulation of nucleotides in simulated hydrothermal pore systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, vol. 104, no. 22, pp. 9346–9351. DOI: 10.1073/pnas.0609592104.
 9. Brown K.M., Tryon M.D., DeShon H.R., Dorman L.M., Schwartz S.Y. Correlated transient fluid pulsing and seismic tremor in the Costa Rica subduction zone. *Earth and Planetary Science Letters*, 2005, vol. 238, no. 1–2, pp. 189–203.
 10. Budin I., Szostak J.W. Expanding roles for diverse physical phenomena during the origin of life. *Annu Rev Biophys*, 2010, vol. 39, pp. 245–263.
 11. Corliss J.B., Baross J.A., Hoffman S.E. An hypothesis concerning the relationship between submarine hot springs and the origin of life on the Earth. *Oceanological Acta*, 1981, no. 4, pp. 59–69.
 12. Deamer D.W. Combinatorial chemistry in the prebiotic environment. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 2013, no. 31, suppl. 1, pp. 9. DOI: 10.1080/07391102.2013.786323.
 13. Deamer D.W. *First Life: Discovering the Connections between Stars, Cells, and How Life Began*. Berkeley (California): University of California Press, 2011. 272 p.
 14. Ebeling W. *Physik der Evolutionsprozesse*, W. Ebeling, A. Engel, R. Feistel. Berlin: Akademie-Verlag, 1990. 371 p.
 15. Feistel R. *Physics of Self-Organization and Evolution*, R. Feistel, W. Ebeling. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, 2011. 576 p.
 16. Haken H. *Synergetics. An Introduction Nonequilibrium Phase Transitions and Self-Organiza-*

- tion in Physics, Chemistry and Biology*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1978. 358 p. DOI: 10.1007/978-3-642-96469-5.
17. Holland T.J.B., Powell R. An internally consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest. *Journal of Metamorphic Geology*, 1998, vol. 16, no. 3, pp. 309–343. DOI: 10.1111/j.1525-1314.1998.00140.x.
 18. Holm N.G., Andersson E. Hydrothermal simulation experiments as a tool for studies for the origin of life on Earth and other terrestrial planets: a review. *Astrobiology*, 2005, vol. 5, no. 4, pp. 444–460. DOI: 10.1089/ast.2005.5.444.
 19. Knauth L.P., Lowe D.R. High Archaean climatic temperature inferred from oxygen isotope geochemistry of cherts in the 3.5 Ga Swaziland Supergroup, South Africa. *Geological Society America Bulletin*, 2003, vol. 115, no. 5, pp. 566–580. DOI: 10.1130/0016-7606(2003)115<0566:HAC TIF>2.0.CO;2.
 20. Kompanichenko V., Kotsyurbenko O. Role of Stress in the Origin of Life. *Life*, 2022, vol. 12, no. 11, 1930. DOI: 10.3390/life12111930.
 21. Kompanichenko V.N., Poturay V.A., Shlufman K.V. Hydrothermal systems of Kamchatka are Models of the Prebiotic Environment. *Origin of Life and Evolution of Biospheres*, 2015, vol. 45, no. 1–2, pp. 93–103. DOI: 10.1007/s11084-015-9429-2.
 22. Kompanichenko V.N. Inversion Concept of the Origin of Life. *Origins of Life and Evolution of Biospheres*, 2012, vol. 42, pp. 153–178.
 23. Kompanichenko V.N. *Thermodynamic Inversion: Origin of Living Systems*. Cham (Switzerland): Springer International Publishing, 2017. 275 p. DOI: 10.1007/978-3-319-53512-8.
 24. Kralj P. Das Thermalwasser-System des Mur-Beckens in Nordost-Slowenien. *Mitteilungen zur Ingenieurgeologie und Hydrogeologie*, 2001, vol. 81, pp. 1–82.
 25. Kralj Pt., Kralj P. Thermal and mineral waters in north-eastern Slovenia. *Environmental Earth Sciences*, 2000, vol. 39, no. 5, pp. 488–500. DOI: 10.1007/s002540050455.
 26. Mulkidjanian A.Y., Bychkov A.Yu., Dibrova D.V., Galperin M.Y., Koonin E.V. Origin of first cells at terrestrial, anoxic geothermal fields. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, vol. 109 (14), pp. E821–E830. DOI: 10.1073/pnas.1117774109.
 27. Nicolis G. *Self-organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order through Fluctuations, 1st Edition*, G. Nicolis, I. Prigogine. New York: Wiley, 1977. 512 p.
 28. Onsager L. Reciprocal relations in irreversible processes. II. *Physical Review*, 1931, vol. 38 (12), pp. 2265–2279. DOI: 10.1103/physrev.38.2265.
 29. Pace N.R. Origin of life - facing up to the physical setting. *Cell*, 1991, vol. 65 (4), pp. 531–533. DOI: 10.1016/0092-8674(91)90082-a.
 30. Prigogine I. *Order out of chaos: Man's New Dialogue with Nature*, I. Prigogine, I. Stengers. Toronto; New York; London; Sydney: Bantam Books, 1984. 349 p.
 31. Russell M.J., Hall A.J., Boyce A.J., Fallick A.E. 100th anniversary special paper: >on hydrothermal convection and the emergence of life. *Economic Geology*, 2005, vol. 100, no. 3, pp. 419–438. DOI: 10.2113/gsecongeo.100.3.419.
 32. Stefansson V. The Krafla geothermal field, North-East Iceland. *Geothermal Systems: Principles and Case Histories*. New York: Wiley and Sons, 1981, pp. 273–294.
 33. Washington J. The Possible Role of Volcanic Aquifers in Prebiotic Genesis of Organic Compounds and RNA. *Origins of life and evolution of the biosphere*, 2000, vol. 30 (1), pp. 53–79. DOI: 10.1023/A:1006692606492.

ROLE OF HYDROTHERMAL DYNAMICS FOR THE ORIGIN OF LIFE ON EARTH

V.N. Kompanichenko

In framework of the inversion concept one more required condition for the origin of life has been substantiated: multilevel fluctuations of physic-chemical parameters (in addition to the three accepted: availability of organic matter, aqueous medium, and source of energy). Taking this condition into consideration, hydrothermal systems were preferable medium for the origin of life on early Earth, in comparison with ocean. Hydrothermal environments are characterized by an extremely wide range of temperature, pressure, pH, and concentrations of components gradients. Multilevel fluctuations availability has been corroborated by means of thermodynamic estimations and direct measurements of pressure and temperature during the monitoring in some of the Kamchatka peninsula hydrothermal systems. The monitoring database mathematical processing reveals at least three levels of pressure fluctuations: 1) irregular macro fluctuations (with big amplitudes); 2) regular micro oscillations (with smaller amplitudes and periods about 20 minutes); 3) sudden pressure changes and fluctuations with periods lower than 5 minutes. High correlation between pressure, temperature, and concentrations of chemical components is also detected both in hydrothermal systems of Kamchatka and Slovenia. A lot of data on pressure and temperature dynamics in hydrothermal fluid, obtained by many researchers, can be applicable for investigation of the origin-of-life process.

Keywords: hydrothermal system, origin of life, fluid, thermodynamic estimation, fluctuation, amplitude, period, temperature, pressure, hydrochemistry.

Reference: Kompanichenko V.N. Role of hydrothermal dynamics for the origin of life on Earth. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 52–61. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-52-61.

Поступила в редакцию 14.10.2023

Принята к публикации 18.12.2023

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 631.4(571.621)

СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ОСУШЕННЫХ ПОЧВ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

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>

Вовлечение новых целинных почв в сельскохозяйственный оборот требует огромных капитальных вложений и значительных трудовых ресурсов. Вторичное возвращение в сельскохозяйственный оборот залежных мелиорированных земель, не используемых в аграрном хозяйстве, может стать менее затратным приемом увеличения площадей сельскохозяйственных пахотных угодий. На территории Среднеамурской низменности вопросы экологической оценки залежных осушенных почв при повторном вовлечении в сельскохозяйственное использование остаются малоизученными, так как материалов, посвященных данному вопросу, практически нет. Для изучения экологического состояния заброшенных осушенных почв на территории Еврейской автономной области полевые исследования проводились с июля по сентябрь 2022 г. Проведённые исследования показали, что осушенные почвы агроценозов после выведения из сельскохозяйственного оборота вступают в сложный процесс самовосстановления. В залежных почвах происходит уменьшение плотности верхнего слоя, что благоприятно сказывается на структурности почв. С увеличением возраста залежи в осушенных луговых дерново-глеевых почвах отмечается снижение коэффициента структурности до величин, близких к нижней границе «хорошей» структуры. В бурых горно-лесных почвах 20-летней залежи наблюдается заметное увеличение доли макроагрегатов, в том числе агрономически ценных, что свидетельствует об улучшении агрономических свойств залежных почв. Состояние обследованных разновозрастных залежей на луговых глеевых почвах, составляющих основу пахотного фонда области, позволяет отнести их к пригодным для сельскохозяйственного использования.

Ключевые слова: Среднеамурская низменность, залежь, постагрогенные осушенные почвы, коэффициент структурности, структурно-агрегатный состав.

Образец цитирования: Аверин Д.Е., Зубарев В.А. Структурно-агрегатный состав разновозрастных залежных осушенных почв Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 62–70. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-62-70.

Введение

Проблема деградации почв, усилившаяся в последние десятилетия во многих регионах планеты, актуальна как для России в целом, так и для Среднеамурской низменности [13]. Почвы сельскохозяйственной зоны Еврейской автономной области (ЕАО) по свойствам и уровню плодородия не являлись лучшими среди земель юга Дальнего Востока, из-за переувлажнения и заболоченно-

сти они осваивались для земледелия с трудом и с большими затратами средств. После проведения комплекса мелиорационных работ данная территория стала одной из основных «житниц» Дальнего Востока во второй половине прошлого столетия. В 1970–1980 гг. для значительных площадей мелиорированных земель сформировалась специфическая проблема «постмелиоративной» деградации почв [9]. На необрабатываемых системах

происходит зарастание заброшенных почв мелколистным лесом, местами развивается вторичное заболачивание. Усиление заболачивания почв связано не только с природно-климатическими условиями, но и с отсутствием их сельскохозяйственного использования, технического ухода за системами и реконструкции дренажа [3].

В этих условиях приоритетным направлением становится создание устойчивых, экологически безопасных осушенных агроландшафтов и получение чистой сельскохозяйственной продукции [2]. Среди наиболее актуальных проблем выделяют научное обоснование режимов мелиораций, обеспечивающих снижение техногенной нагрузки на агроландшафты и водные экосистемы, разработку новых экологически безопасных технологий и технических решений [12]. Освоение новых территорий, которые могли бы быть вовлечены в сельскохозяйственный оборот, требует огромных капитальных вложений и значительных трудовых ресурсов, которые у местных муниципалитетов зачастую отсутствуют. Вовлечение в повторный оборот и возобновление хозяйственной деятельности на длительное время не используемых, в том числе бывших мелиорированных сельскохозяйственных землях, может стать менее затратным способом решением данной проблемы.

На территории Среднего Приамурья научно-исследовательских работ экологической оценки длительное время не используемых почв практически нет, залежные сельскохозяйственные осушенные земли остаются малоизученными.

Целью данной работы является анализ агрегатного состава осушенных разновозрастных залежных почв.

Цель и задачи проекта полностью соответствуют направлению Н4 из Стратегии научно-технологического развития РФ в плане перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработке и внедрению систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранению и эффективной переработке сельскохозяйственной продукции, созданию безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

Материалы и методики исследования

Район исследований расположен на юге ЕАО, представляет собой крупную межгорную впадину сложного строения, образованную озерно-аллювиальными, песчано-суглинистыми толщами среднего и верхнего плейстоцена. Из-за тяжелого механического состава и низкой водо-

проницаемости почвы испытывают поверхностное избыточное увлажнение [8]. Климат Еврейской автономной области умеренный муссонный с чертами континентальности. Среднегодовая сумма осадков – 500–600 мм, в отдельные годы до 1000 мм. Большое количество летних осадков (40–50% годовой суммы осадков) выпадает в июле-августе и создает условия временного избыточного поверхностного увлажнения почв [10]. Сложные природно-климатические условия региона, такие как тяжелый гранулометрический состав почв, частое избыточное поверхностное увлажнение, периодически изменяющиеся окислительно-восстановительные условия, определяют процессы формирования почв и их специфические черты.

Первоначальным этапом работы являлась идентификация всех осушенных земель на территории области. Выявление осушенных полей с разными сельскохозяйственными культурами и залежью происходило по мультиспектральным космическим снимкам среднего пространственного разрешения со спутников серии Landsat 4-8 открытого доступа на сайте Earthexplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Для этого последовательно анализировалась временная серия данных ДЗЗ для территории сельскохозяйственных районов Еврейской автономной области за май–июль 2000–2022 гг. Обработка материалов проводилась в геоинформационной системе QGIS 3.32. Расчёт NDVI выполнялся по стандартной методике на основе ближнего инфракрасного (NIR) и красного (RED) каналов, имеющих пространственное разрешение 30–90 м² на пиксель [15].

Полевые исследования были проведены с июля по сентябрь 2022 г. С целью оценки состояния работоспособности осушительных каналов выезды осуществлялись после прохождения дождей. На каждом исследуемом полигоне производился отбор проб из поверхностного почвенного горизонта (0–30 см) методом квадрата по ГОСТ 28168-89. В лабораторных условиях все образцы почв были высушены до воздушно-сухого состояния.

В настоящее время можно считать общепризнанным, что агрегатный состав и плотность почв являются основными параметрами, определяющими их физические свойства и оказывающими решающее влияние на продуктивность агро- и фитоценозов [6].

Структурный (агрегатный) анализ почв проведен методом сухого просеивания по Саввинову [14].

Агрономически ценными считаются агрегаты (АЦА) размерами 10–0,25 мм, поскольку именно они придают почвенной структуре ее уникальный вид в виде почвенных комочков и определяют почвенное плодородие [14]. По содержанию АЦА агрегатное состояние почв относят к неудовлетворительному, если фракция 10–0,25 мм составляет <40%, хорошему – при доле АЦА 40–60% и отличному – при доле АЦА >60%. На основании результатов, полученных методом сухого просеивания, рассчитывается коэффициент структурности ($K_{стр}$) как отношение (по массе) суммы агрегатов размером 10–0,25 мм к сумме агрегатов диаметром >10 и <0,25 мм. Таким образом, агрегатное состояние почвы считается отличным, если $K_{стр} > 1,5$, хорошим при $K_{стр} = 0,67–1,5$ и неблагоприятным при $K_{стр} < 0,67$ [14].

Плотность почвы определяли методом режущего цилиндра [11].

В данной статье название почв было дано согласно карте, составленной В.Б. Калмановой и Л.А. Матюшкиной (2019) [8].

Результаты исследований

На территории ЕАО в составе земель сельскохозяйственного назначения заболоченные территории занимают 28% (1015 тыс. га), для их

использования действуют 74 осушительные системы общей площадью 89,1 тыс. га [17]. Расчет индекса NDVI показал, что из всего мелиоративного осушенного фонда (86 тыс. га) только около 25% земель используется в сельском хозяйстве как пахотные угодья, а остальные 75% используются как сенокосы или находятся в разновозрастном залежном состоянии. На основе анализа космических снимков были выбраны осушительные системы для исследований.

В Облученском районе была исследована осушительная система «Мураши» общей площадью 560 га, она расположена в 5 км к югу от с. Башурово. Почвенный покров осушительной системы представлен бурыми горно-лесными почвами второй надпойменной террасы р. Амур [6]. В 2022 г. она была распахана менее чем наполовину. В ходе работ на данной осушительной системе были исследованы пашня, пятилетняя залежь и 20-летняя залежь (рис. 1).

Плотность почвы пашни составляет 1,4 г/см³, возможно, использование тяжелой сельскохозяйственной техники, применяемой при обработке почвы, оказывает на нее уплотняющее воздействие. Плотность пятилетней залежи 1,1 г/см³. В почве 20-летней залежи величина плотности сло-

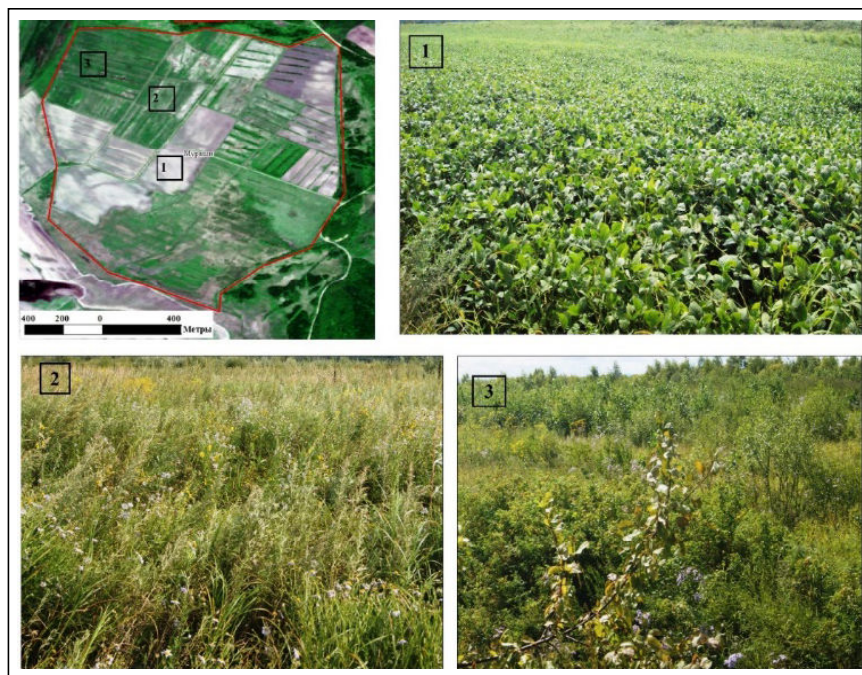


Рис. 1. Полигоны исследований на осушительной системе «Мураши»

1 – поле, засеянное соей, 2 – залежь 5 лет, 3 – залежь более 20 лет

Fig. 1. Research sites at the drainage system “Murashi”

1 – field sown with soybeans, 2 – fallow soil for 5 years, 3 – fallow soil for more than 20 years

жения верхнего слоя оказалась минимальной и составила 0,8 г/см³. При отсутствии обработки почв произошло увеличение зеленой и корневой массы естественной растительности, что способствовало разрыхлению верхней части почв [1, 4].

Для агрофизической оценки состояния осушенных залежных почв проводилось определение общего содержания агрегатов и анализ их распределения по фракциям (рис. 2).

Анализ структурно-агрегатного состава бурых горно-лесных почв показал, что изъятие земель из сельскохозяйственного использования приводит к постепенному восстановлению их структуры. Если на пашне $K_{стр}$ составляет 1,0, то отсутствие сельскохозяйственного использования в течение 5 лет ведет к резкому увеличению до 2,0. С увеличением возраста залежи наблюдается увеличение коэффициента структурности, на 20-летней залежи он составляет 3,1.

В Биробиджанском районе из 15 тыс. га осушенных луговых дерново-глеевых почв в 2022 г. распаханно 2,5 тыс. га, остальные земли (более 80%) находятся в разновозрастном залежном состоянии или используются как сенокосы. В Биробиджанском районе исследование было проведено на осушительной системе «Алексеевская» (рис. 3), нами выбрано 3 полигона: пашня, залежь 3 года и 15-летняя залежь.

В почвенном покрове мелиоративной системы преобладают луговые дерново-глеевые почвы,

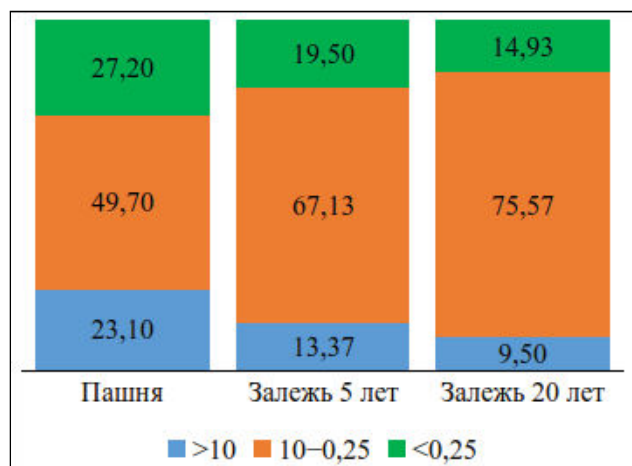


Рис. 2. Структурно-агрегатный состав бурых горно-лесных осушенных разновозрастных залежных почв осушительной системы «Мураши», %

Fig. 2. Structural and aggregate composition of drained fallow soils for different ages of the drainage system “Murashi”, %

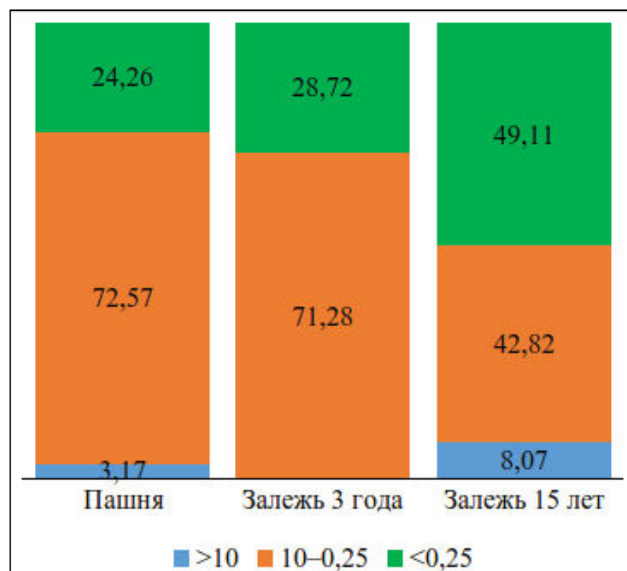


Рис. 3. Полигоны исследований на осушительной системе «Алексеевская»

1 – поле, засеянное соей, 2 – залежь 3 года, 3 – залежь 15 лет

Fig. 3. Research sites at the drainage system “Alekseevskaya”

1 – field sown with soybeans, 2 – fallow soil for 3 years, 3 – fallow soil for 15 years

развитые на большей части II-й надпойменной террасы р. Амур. Основная территория участка осушения сложена верхнечетвертичными и современными отложениями, представленными глинистыми грунтами серого и буровато-серого цвета, плотными, ожеженными, слабо влажными. Плотность почвы пашни составляет 1,4 г/см³, что связано с уплотняющим действием тяжелой сельскохозяйственной техники. Плотность трехлетней залежи – 1,3 г/см³. При длительном отсутствии рыхления в почве 15-летней залежи величина плотности сложения верхнего слоя оказалась минимальной и составила 0,9 г/см³.

По структурно-агрегатному составу (рис. 4) пашня и 3-летняя залежь более чем на 70% состоят из АЦА и на 30% из пылевидной (<0,25 мм) фракции. Коэффициент структурности почв на пашне составляет 2,6, отсутствие сельскохозяйственного использования в течение 3 лет ведет к его небольшому уменьшению – до 2,5.

Залежь возрастом 15 лет по гранулометрическому составу лишь на 43% состоит из АЦА (фракция 10–0,25 мм). Результаты сухого просеивания свидетельствуют, что длительный период залежности осушенных луговых дерново-глеевых



Рис. 4. Структурно-агрегатный состав осушенных разновозрастных залежных луговых дерново-глеевых почв осушительной системы «Алексеевская», %

Fig. 4. Structural-aggregate composition of drained fallow meadow sod-gley soils of the drainage system “Alekseevskaya”, %

почв неблагоприятно сказывается на их структурности. С увеличением возраста залежи наблюдается снижение коэффициента структурности до значения 0,7, что близко к нижней границе «хорошей» структуры.

В Ленинском районе осушено 30,7 тыс. га, из этой площади в 2022 г. распаханно всего 14 тыс. га, остальные земли используются как сенокосы или находятся в заброшенном состоянии. Исследовательские работы были проведены на осушительной системе «Даурский массив». Участок осушения расположен в 10 км юго-западнее с. Бабстово и ограничен с севера р. Проходной, с востока – р. Солонечной. В почвенном покрове осушительной системы преобладают луговые глеевые почвы, развитые на II-й надпойменной террасе р. Амур [7]. Плотность почв исследуемого

массива невелика и колеблется от 0,9 до 1,3 г/см³. В данных почвах полностью отсутствует глыбистая фракция, а сравнительно высокое содержание фракции крупной пыли (<0,25 мм) в пахотном горизонте способствует образованию тяжелосуглинистого гранулометрического состава (рис. 5). В 15-летней залежи происходит постепенное восстановление структуры, что проявляется в увеличении доли АЦА и снижении пылевидной фракции.

Коэффициент структурности почв на пахотном полигоне и 5-летней залежи оценивается как «хороший» ($K_{стр} = 1,0-1,1$). Максимальное значение $K_{стр}$ отмечено в 15-летних залежах – 2,3.

В Октябрьском районе на луговых глеевых почвах осушено 21,7 тыс. га. Из этой площади в 2022 г. распаханно всего 10 тыс. га, остальные земли используются как сенокосы или находятся в

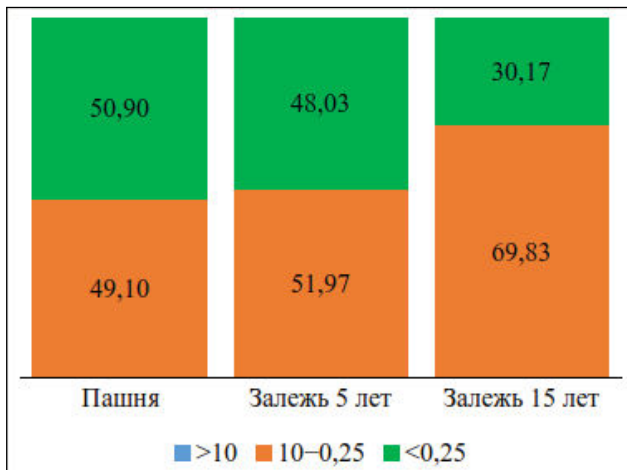


Рис. 5. Структурно-агрегатный состав осушенных разновозрастных залежных луговых глеевых почв осушительной системы «Дaurский массив», %

FFig. 5. Structural and aggregate composition of drained, uneven-aged fallow meadow gley soils of the drainage system “Daurian Massiv”, %

заброшенном состоянии. Залегают мелиорированные почвы на озерно-аллювиальных отложениях тяжелого гранулометрического состава и формируются под остепнёнными разнотравно-злаковыми группировками растительности в комплексе с кустарниковыми зарослями. В данном районе в 2022 г. была исследована осушительная система «Октябрина». По аналогии с другими районами исследования на данной системе выбраны 3 полигона: пашня и две разновозрастные залежи (рис. 6).

Плотность луговых глеевых почв на осушительной системе «Октябрина» колеблется от 0,9 до 1,3 г/см³. Анализ структурного состава осушенных почв системы «Октябрина» показал (рис. 7), что глыбистая фракция (>10 мм) в них отсутствует. Содержание пылеватой (<0,25 мм) фракции в поверхностном слое почв уменьшается в ряду пашня – залежь 5 лет – 20-летняя залежь.

По величине $K_{стр}$ прослеживается процесс улучшения структуры почвы, если на пашне он составляет 1,0, то отсутствие сельскохозяйствен-

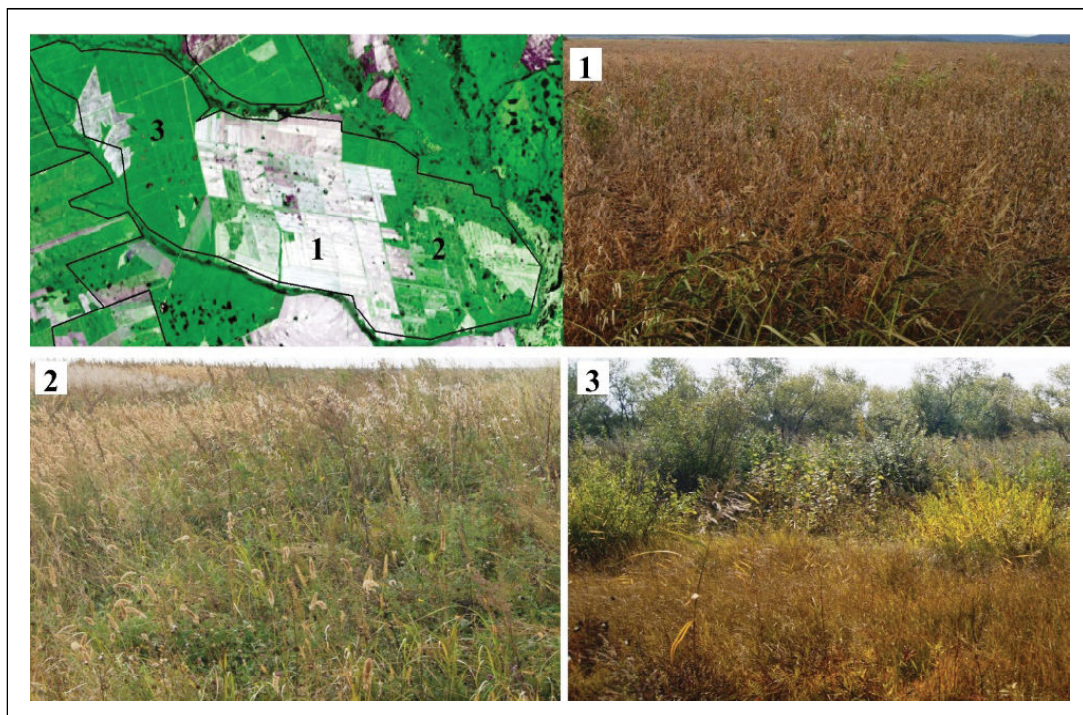


Рис. 6. Полигоны исследований на осушительной системе «Октябрина»
1 – поле, засеянное соей, 2 – залежь 5 лет, 3 – залежь 20 лет

Fig. 6. Research sites at the drainage system “Oktyabrina”
1 – field sown with soybeans, 2 – fallow land for 5 years, 3 – fallow land for 20 years

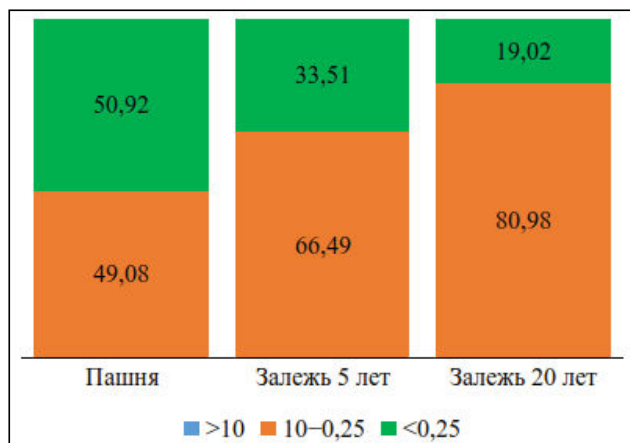


Рис. 7. Структурно-агрегатный состав осушенных разновозрастных залежных луговых глеевых почв осушительной системы «Октябрина», %

Fig. 7. Structural and aggregate composition of drained, uneven-aged fallow meadow gley soils of the drainage system "Oktyabrina", %

ного использования в течение 5 лет ведет к его резкому увеличению (до 2,0). С увеличением возраста залежи наблюдается увеличение коэффициента структурности (до 4,3).

Проведенные нами исследования подтверждают литературные данные о том, что изъятие земель из сельскохозяйственного использования приводит к постепенному восстановлению их естественной структуры и улучшению агрономических свойств почвы [2, 16].

Заключение

Таким образом, проведенные исследования показали, что осушенные почвы после выведения из сельскохозяйственного оборота вступают в сложный процесс самовосстановления. В залежных почвах в большинстве случаев происходит уменьшение плотности верхнего слоя, что благоприятно сказывается на их структурности.

В бурых горно-лесных почвах 20-летней залежи наблюдается заметное увеличение доли макроагрегатов, в том числе агрономически ценных, и соответственное снижение количества микроагрегатов, что свидетельствует об улучшении агрономических свойств залежных почв.

В луговых глеевых почвах с увеличением возраста залежи прослеживается рост коэффициента структурности, что позволяет отнести их к пригодным для использования под сельскохозяйственные угодья.

В луговых дерново-глеевых почвах длительный период залежности неблагоприятно сказывается на их структурности. С увеличением возраста залежи наблюдается снижение коэффициента структурности до значения 0,7, что близко к нижней границе «хорошей» структуры. Причины ухудшения структурности этих почв необходимо выявлять при дальнейших исследованиях.

Полученные данные могут служить в качестве первичной информации для эффективного использования исследуемых залежных почв в системе сельскохозяйственной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баева Ю.И., Курганова И.Н., Лопес де Греню В.О., Овсепян Л.А., Телеснина В.М., Цветкова Ю.Д. Изменение агрегатного состава различных типов почв в ходе залежной // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2017. Вып. 88. С. 47–74. DOI: 10.19047/0136-1694-20177-88-47-74.
2. Бакшеева Е.О., Ростовцева Т.И., Морозов А.С. Особенности зарастания древесной растительностью неиспользуемых сельскохозяйственных земель // Вестник КрасГАУ. 2017. № 10. С. 100–107.
3. Бембеева О.Г., Джапова Р.Р. Восстановительная сукцессия залежных земель в пустынной зоне Калмыкии // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 1 (5). С. 1195–1198.
4. Бурдуковский М.Л., Голов В.И., Перепелкина П.А., Киселева И.В., Тимофеева Я.О. Агрогенные и постагрогенные изменения запасов углерода и физических свойств подбелов темногумусовых // Почвоведение. 2021. № 6. С. 747–756. DOI: 10.31857/S0032180X21060046.
5. Бурдуковский М.Л., Перепелкина, П.А., Голов В.И. Изменение агрофизических свойств залежных буроподзолистых почв Приморского края // Вестник ДВО РАН. 2020. № 1. С. 60–65. DOI: 10.25808/08697698.2020.209.1.006.
6. Зубарев В.А. Изменение некоторых агрофизических свойств залежных осушенных бурых горно-лесных почв в Еврейской автономной области // Вестник ДВО РАН. 2023. № 2. С. 100–109. DOI: 10.37102/0869-7698_2023_228_02_8.
7. Зубарев В.А., Мажайский Ю.А. Влияние осушения на изменение агрохимических свойств лугово-глеевых почв Среднеамурской низменности // Вестник РГАТУ. 2020. № 1 (45). С. 33–38. DOI: 10.36508/RSATU.2020.45.1.006.

8. Калманова В.Б., Матюшкина Л.А. Современные проблемы изучения почв природных и агрогенных ландшафтов Еврейской автономной области (юг Дальнего Востока) // Российский журнал прикладной экологии. 2019. № 2. С. 21–26.
9. Каракин В.П., Шейнгауз А.С. Земельные ресурсы бассейна реки Амур // Вестник ДВО РАН. 2004. № 4. С. 23–37.
10. Петров Е.С. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области / Е.С. Петров, П.В. Новороцкий, В.Т. Леншин. Владивосток; Хабаровск: Дальнаука, 2000. 174 с.
11. Соколов А.В. Агрохимические методы исследования почв / А.В. Соколов, Д.И. Аскинаев, И.П. Сердобольский. М.: Наука, 1975. 656 с.
12. Телеснина В.М., Жуков М.А. Влияние способа сельскохозяйственного освоения на динамику биологического круговорота и ряда почвенных свойств в ходе постагрогенной сукцессии (Костромская область) // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1114–1129. DOI: 10.1134/S0032180X1907013X.
13. Фетисов Д.М., Климина Е.М. Антропогенная трансформация геосистем Среднеамурской низменности: ретроспективный анализ // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 4. С. 60–65.
14. Шейн Е.В. Курс физики почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 432 с.
15. Deng Y., Goodchild M.F., Chen X. Using NDVI to define thermal south in several mountainous landscapes of California // Computers & Geosciences. 2009. N 35. P. 327–336. DOI: 10.1016/j.cageo.2008.08.005.
16. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L. Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia // Catena. 2015. Vol. 129. P. 18–29. DOI: 10.1134/S0032180X1907013X.
17. Zubarev V.A., Mazhaysky Y.A., Guseva T.M. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers // Agronomy Research. 2020. Vol. 18, N 4. P. 2677–2686. DOI: 10.13140/RG.2.2.24111.56484.
1. Baeva Yu.I., Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Ovsepyan L.A., Telesnina V.M., Tsvetkova Yu.D. Change in Aggregate Structure of Various Soil Types During the Succession of Abandoned Lands. *Byulleten' pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*, 2017, no. 88, pp. 47–74. DOI: 10.19047/0136-1694-20177-88-47-74. (In Russ.).
2. Baksheeva E.O., Rostovtseva T.I., Morozov A.S. The Specificity of Idle Agricultural Land Colonization By Arboreous Plants. *Vestnik KrasGAU*, 2017, no. 10, pp. 100–107. (In Russ.).
3. Bembееva O.G., Djapova R.R. Recovering Succession Fallow Lands in the Desert Area of Kalmykia. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2012, vol. 14, no. 1 (5), pp. 1195–1198. (In Russ.).
4. Burdukovskii M.L., Golov V.I., Perepelkina P.A., Kiseleva I.V., Timofeeva Y.O. Agrogenic and Postagrogenic Changes in Physical Properties and Carbon Stocks in Dark-Humus Podbels. *Pochvovedenie*, 2021, no. 6, pp. 747–756. DOI: 10.31857/S0032180X21060046. (In Russ.).
5. Burdukovskii M.L., Perepelkina P.A., Golov V.I. Changes in agrophysical properties of fallow brown podzolic soils in the Primorsky Region. *Vestnik DVO RAN*, 2020, no. 1, pp. 60–65. DOI: 10.25808/08697698.2020.209.1.006. (In Russ.).
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, pp. 100–109. DOI: 10.37102/0869-7698_2023_228_02_8. (In Russ.).
7. Zubarev V.A., Mazhaysky Y.A. The Effects of Drainage on the Change of the Agrochemical Properties of Meadow-Gley Soils of the Middle Amur Lowland. *Vestnik RGATU*, 2020, no. 1 (45), pp. 33–38. DOI: 10.36508/RSATU.2020.45.1.00. (In Russ.).
8. Kalmanova V.B., Matiushkina L.A. Modern problems of studying soils of natural and agrogenic landscapes of Jewish autonomous oblast (the south of Far East). *Rossiiskii zhurnal prikladnoi ekologii*, 2019, no. 2, pp. 21–26. (In Russ.).
9. Karakin V.P., Sheingauz A.S. Land Resources of the Amur River Basin. *Vestnik DVO RAN*, 2004, no. 4, pp. 23–37. (In Russ.).
10. Petrov E.S. *Klimat Khabarovskogo kraia i Evreiskoi avtonomnoi oblasti* (Climate of the Khabarovsk Territory and Jewish Autonomous Region), E.S. Petrov, P.V. Novorotski, V.T. Lenshin. Vladivostok; Khabarovsk: Dal'nauka Publ., 2000. 174 p. (In Russ.).
11. Sokolov A.V. *Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv* (Agrochemical methods of soil research), A.V. Sokolov, D.I. Yaskinaev,

REFERENCES:

- I.P. Serdobolsky. Moscow: Nauka Publ., 1975. 656 p. (In Russ.).
12. Telesnina V.M., Zhukov M.A. The Influence of Agricultural Land Use on the Dynamics of Biological Cycling and Soil Properties in the Course of Postagrogenic Succession (Kostroma Oblast). *Pochvovedenie*, 2019, no. 9, pp. 1114–1129. DOI: 10.1134/S0032180X1907013X. (In Russ.).
 13. Fetisov D.M., Klimina E.M. Anthropogenic Changes of Geosystems on the Middle Amur Lowland: Retrospective Analysis. *Regional'nye problemy*, 2015, vol. 18, no. 4, pp. 60–65. (In Russ.).
 14. Shein E.V. *Kurs fiziki pochv* (Soil Physics Course). Moscow: Moscow University Press, 2005. 432 p. (In Russ.).
 15. Deng Y., Goodchild M.F., Chen X. Using NDVI to define thermal south in several mountainous landscapes of California. *Computers & Geosciences*, 2009, no. 35, pp. 327–336.
 16. Kalinina O., Goryachkin S.V., Lyuri D.I., Giani L. Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia. *Catena*, 2015, vol. 129, pp. 18–29. DOI: 10.1134/S0032180X1907013X.
 17. Zubarev V.A., Mazhaysky Y.A., Guseva T.M. The impact of drainage reclamation on the components of agricultural landscapes of small rivers. *Agronomy Research*, 2020, vol. 18, no. 4, pp. 2677–2686. DOI: 10.13140/RG.2.2.24111.56484.

STRUCTURAL AND AGGREGATE COMPOSITION OF DIFFERENT-AGED FALLOW DRAINED SOILS IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

D.E. Averin, V.A. Zubarev

Involving new virgin soils in agricultural use requires huge capital investments and significant labor resources. The secondary return to agricultural use of fallow reclaimed lands not used in agriculture can become a less costly method of increasing the area of agricultural arable land. In the Middle Amur Lowland, the issues of environmental assessment of fallow drained soils, re-involved in agricultural use, remain poorly studied and practically there are no materials devoted to this issue. To study the ecological state of abandoned drained soils in the Jewish Autonomous region, the authors were carrying out a field research from July to September 2022. The studies showed that drained soils of agrocenoses after being out of agricultural use enter a complex process of self-healing. In fallow soils, the density of the top layer of soil decreases, which has a beneficial effect on the structure of the soil. With the fallow age increasing in drained meadow sod-gley soils, a decrease in the structure coefficient is observed to values close to the lower limit of “good” structure. In brown 20-year-old fallow mountain-forest soils it is observed a noticeable increase in the proportion of macro aggregates, including agronomically valuable ones, which indicates an improvement in the agronomic properties of fallow soils. The condition of the examined different age meadow gley soils deposits, which form the regional arable fund basis, makes it possible to classify them as suitable for agricultural use.

Keywords: Middle Amur lowland, fallow land, postagrogenic drained soils, structure coefficient, structural-aggregate composition.

Reference: Averin D.E., Zubarev V.A. Structural and aggregate composition of different-aged fallow drained soils in the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 62–70. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-62-70.

Поступила в редакцию 03.11.2023

Принята к публикации 18.12.2023

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья
УДК 630*43(571.62)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕТНИХ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

В.А. Глаголев¹, А.М. Зубарева²

¹Приамурский университет имени Шолом-Алейхема,

ул. Широкая 70А, г. Биробиджан, 679015,

e-mail: glagolev-jar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1424-552X>;

²Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,

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

e-mail: anna-doroshenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7254-198X>

В данном исследовании проведена обработка данных спутникового снимков MODIS для выявления территории с высокой пожарной опасностью за 2016 г. с учетом характеристик растительности в 2016–2017 гг. Для оценки биоразнообразия территории и ущерба от пожаров растительности предложен алгоритм пространственно-временного анализа распределения пожаров растительности с учётом влияния их на трансформацию растительной территории Дальнего Востока России. Алгоритм обработки включает наложение на территорию исследования сети операционно-территориальных единиц; получение фрагментов изображения со спутников для территории исследования и преобразование спутникового снимка в единицы заданного размера с переносом атрибутивных данных за многолетний период; формирование векторных слоев индивидуальных пожаров растительности по точечному размещению или по их площади и определение вложенности индивидуальных пожаров в операционно-территориальных единицах и дополнение атрибутивных данных о состоянии растительности, на которых пожары возникали. Материалами исследования послужили ежегодные сведения о растительности и ежедневные данные о местоположении пожаров растительности на основе спутниковых снимков MODIS, спектрорадиометра Terra и Aqua Land Cover Modeling Grid Version 6. В ходе анализа данных установлено 88 вариантов трансформации состояния растительности при наличии от 1 до 11 пожаров. В 8604 случаях изменения структуры и качества флоры вызваны антропогенным фактором. В 40 вариантах трансформация не зависела от пожаров. Максимальная трансформация фиксируется в классах растительного покрова: мелколиственные и широколиственные леса, лесостепи, степи, луга и пашни. Большинство случаев трансформации растительности в операционно-территориальных единицах (от 30 до 70%) фиксируется при переходе от лесостепи в степи.

Ключевые слова: растительность, пожары, данные дистанционного зондирования Земли, индекс вегетации, варианты моделирования.

Образец цитирования: Глаголев В.А., Зубарева А.М. Оценка состояния растительности на основе многолетних данных спутникового мониторинга // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 71–76. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-71-76.

Введение

Оперативность прогноза появления пожаров растительности и моделирования их распространения на территории лесного фонда играет важную роль при определении пространственно-временного объема работ для ликвидации и оценки ущерба от лесных пожаров в короткий промежуток времени. Реализация современных

моделей и методик оценки пожарной опасности основана на использовании многомерных (много-слойных) разнотипных баз данных спутникового мониторинга, позволяющих детально описывать состояние участков растительности. Пожарная опасность территории определяется комплексом достаточно хорошо изученных факторов [3, 6]; системы прогноза возникновения пожаров разрабо-

таны во многих странах [4]. Значительно меньшее количество работ посвящено исследованию характеристик растительности [7]. Необходимы знания о сравнительной оценке территорий для оптимизации распределения средств пожаротушения для ежегодной оценки деятельности оперативных отделений и участковых лесничеств по борьбе с лесными пожарами, а также для долгосрочного прогнозирования пожарной опасности растительности вследствие изменения климата.

Состояние и динамика изменчивости лесов имеют большое значение для Дальнего Востока России в связи с их значительным вкладом в экономику и экологию региона. Территория Дальнего Востока России отличается высокой пожарной опасностью и горимостью лесов [1, 2]. Наличие периодически повторяющихся засушливых периодов, обилие растительных горючих материалов с высокими пирофизическими свойствами, горный рельеф, низкая доступность некоторых территорий и климатические особенности определяют высокую предрасположенность данной территории к возникновению пожаров, значительную скорость их распространения и трудность ликвидации. Это в свою очередь подчеркивает значимость анализа условий формирования пожароопасного состояния растительности.

Методика определения состояния растительности

В работе предложен алгоритм пространственно-временного анализа распределения пожаров растительности и показано их влияние на трансформацию растительной территории Дальнего Востока России на примере спутниковых наблюдений MODIS за 2016 г. Оценка воздействия пожаров растительности на территорию выполнялась на основе данных о пожарах за 2016 г. За единицу оценки выбрана операционно-территориальная единица (ОТЕ) с разрешением 0,05° градусной сети (5,5 км на 3 км) в проекции координат WSG 84. На территории всего Дальневосточного региона построена электронная карта распределения данных ОТЕ.

Материалами исследования служат ежегодные сведения о растительности и ежедневные данные о местоположении пожаров растительности на основе спутниковых снимков MODIS, которые обеспечивают агрегированные электронные карты пространственно-временного распределения растительности спектрорадиометра Terra и Aqua Land Cover Modeling Grid Version 6 [5]. Эталонным годом состояния растительности был выбран 2016 г., а результаты трансформации фиксирова-

лись в 2017 г. Фиксация типов растительности доступна на сайте агентства НАСА (<https://landsweb.modaps.eosdis.nasa.gov>), содержит 16 классов: вечнозеленые хвойные леса (1), вечнозеленые лиственные леса (2), мелколиственные леса (3), широколиственные леса (4) и лесостепи (8); степи (9); луга (10); пашни (12); селитебные и промышленные земли (13); пашни и луга (14); снег и лед (15); пустыни и разреженная растительность (16). В исследовании сконцентрировано внимание на 3, 4, 8, 9, 10, 12 классах, так как в них наиболее часто фиксируется максимальная трансформация растительности.

Пожарная опасность определялась по местоположению индивидуальных пожаров растительности в 2016 г. на основе сведений Глобального атласа лесных пожаров (<https://daac.ornl.gov>) [2], который представляется собой набор данных повседневной динамики отдельных пожаров: время и место возгорания, периметр и площадь, продолжительность, ежедневное расширение, длина линии огня, скорость и направление распространения. Характеристики индивидуальных пожаров растительности получены на основе алгоритма Глобального пожарного атласа и расчетной информации о дате горения с разрешением 500 м продукта MCD64A1, атлас содержит данные около 13,3 миллионов записей о пожарах по всему миру, из них 170 тыс. сосредоточены на территории Дальнего Востока России.

Обработка данных выполнялась по следующему алгоритму:

1. Наложение на территорию исследования регулярной сети в виде операционно-территориальных единиц площадью 16,6 км²: 5,5км*3 км;
2. Получение фрагментов спутниковых снимков для территории исследования [4];
3. Преобразование спутникового снимка в векторный формат с полиномиальными объектами (патчи);
4. Декомпозиция патчей в операционно-территориальные единицы заданного размера с переносом атрибутивных данных за многолетний период [7];
5. Формирование векторных слоев индивидуальных пожаров растительности по точечному размещению или по их площади;
6. Определение вложенности индивидуальных пожаров в операционно-территориальных единицах и дополнение атрибутивных данных о растительности, на которых они возникли;
7. Выполнение агрегирующих SQL – запросов к атрибутивным данным векторных слоев.

Результаты

Для определения трансформации растительности в результате пожаров необходимо изучить горимость субъектов Федерации на территории Дальневосточного региона (табл. 1). Наибольшее количество возгораний растительности на единицу площади (на 100 тыс. га субъекта) наблюдалось в Забайкальском крае (20,82) и Амурской области (17,52) в 2003 г. и Еврейской автономной области (41,42) в 2009 г.

На рис. 1а представлен фрагмент карты Дальнего Востока с изображением распределения индивидуальных пожаров в ОТЕ. Далее на рис. 1б

представлен фрагмент карты Дальнего Востока, где изображено распределение видов земного покрова. Анализируя два фрагмента, можно заключить, что на представленной территории в основном возгоранию подвержены степи, широколиственные леса и пашни (рис. 1б).

Используя вышеизложенный алгоритм обработки атрибутивных данных (483 503 элементов выборки) с информацией о пожарах, находящихся в ОТЕ, получены следующие результаты (табл. 2). В 2016 г. на Дальнем Востоке количество ОТЕ с индивидуальными пожарами составляло 11 837 (2,4% от общего числа ОТЕ в ЕАО), трансформа-

Таблица 1
Характеристики пожароопасных сезонов Дальнего Востока России (фрагмент), 2003–2016 гг.
Table 1
Characteristics of fire-threatening seasons at the Russian Far East (fragment), 2003–2016

№	Характеристики	Субъекты Дальнего Востока России					
		Еврейская автономная область	Амурская область	Приморский край	Забайкальский край	Республика Бурятия	Хабаровский край
1	Площадь субъекта (100 тыс. га)	36,03	360,11	163,56	438,26	344,13	786,46
2	Относительное количество пожаров растительности (на 100 тыс. га)	25,72	7,45	7,04	6,27	3,03	1,81
3	Относительная площадь пожаров (на 100 тыс. га)	10 626,74	3525,67	1863,34	3306,73	1771,98	769,44

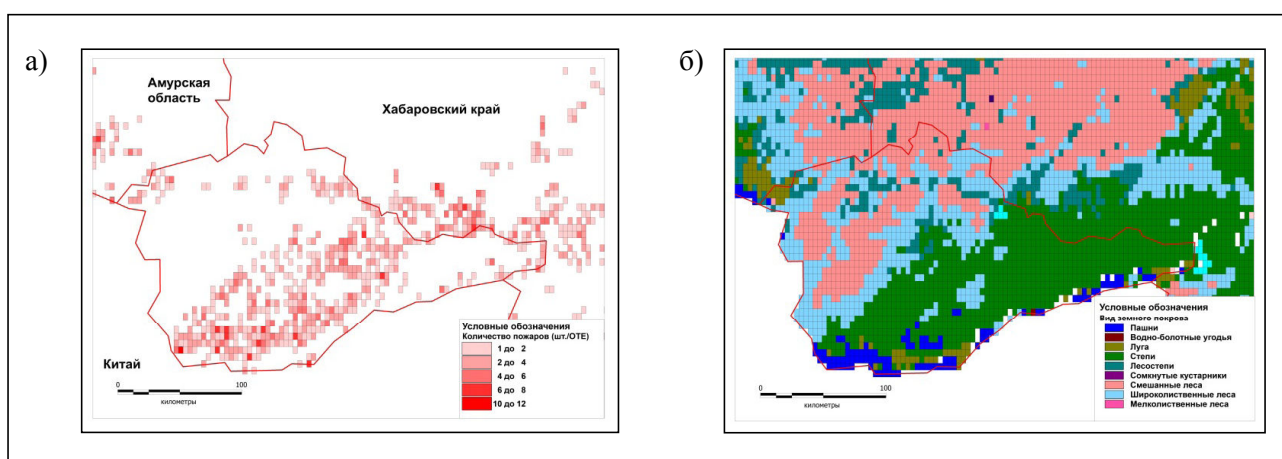


Рис. 1. Фрагмент карты Дальнего Востока: распределение точек пожаров растительности в ОТЕ(а) и распределение земного покрова в ОТЕ(б), 2016 г.

Fig. Fragment of the Far East map: distribution of vegetation fire points in OTE(a) and distribution of land cover in OTE(b), 2016

ция растительности зафиксирована в 20 441 ОТЕ (4,2%).

Всего зафиксировано 128 вариантов трансформации растительности, наиболее значимые: изменения от 7 класса (разреженные кустарники) до 9 класса (степи) (3485 ОТЕ); от 8 класса (лесостепи) до 9 (степи) (3361 ОТЕ); от 7 (разреженные кустарники) до 10 класса (луга) (1714 ОТЕ); от 9 (степи) до 7 (разреженные кустарники) (1047 ОТЕ); от 3 (мелколиственные леса) до 8 класса (лесостепи) (917 ОТЕ); от 8 класса (лесостепи) до 3 (мелколиственные леса) (906 ОТЕ); от 10 класса (луга) до 7 (разреженные кустарники) (876 ОТЕ); от 9 (степи) до 8 (лесостепи) (848 ОТЕ); от 10 класса (луга) до 9 (степи) (564 ОТЕ).

Фиксация количества индивидуальных пожаров растительности позволила детально выделить взаимосвязь случаев возгорания растительности и ее трансформации на территории выгоревшего участка. Установлено 88 вариантов трансформации при наличии от 1 до 11 пожаров.

В 8604 случаях (1,7%) изменения структуры и качества флоры вызваны не пирологическим фактором, а предположительно вырубками леса горнодобывающими разработками и строительством коммуникаций в виде газопровода и дорог.

В 40 вариантах трансформация не зависела от пожаров.

Большинство случаев трансформации растительности в ОТЕ (от 30 до 70%) фиксируется при переходе от лесостепи (8 класс) в степи (9 класс). Наблюдаются случаи обратной трансформации, например, от 8 к 4 классу, что требует исторического уточнения класса растительности за предыдущие годы, такие случаи зафиксированы на территории Еврейской автономной области (8-5, 8-4, 9-5). Это может быть связано с некорректным выделением границ территорий с определённым видом земного покрова (рис. 1б), а также неточным определением границ горельников по космическим снимкам.

Например, при сравнении модификаций ОТЕ в Еврейской автономной области с наличием индивидуальных пожаров растительности наблюдается трансформация в половине случаев, при этом имеют место смежные области до 8 ОТЕ. Модификация растительности в 70% случаев происходит на горимой территории, что в значительной степени влияет на её трансформацию.

Таким образом, предложенный алгоритм пространственно-временного анализа распределения индивидуальных пожаров растительности на

Таблица 2

Распределения индивидуальных пожаров растительности и количество трансформаций ОТЕ на территории Дальнего Востока России (фрагмент)

Table 2

Distribution of individual vegetation fires and the number of OTE transformations in the Russian Far East (fragment)

Количество индивидуальных пожаров в ОТЕ	Количество вариантов трансформаций	Количество ОТЕ без трансформации	Общее количество ОТЕ с трансформацией	Варианты трансформации с наибольшим количеством индивидуальных пожаров
1	34	3253	229	8 - 9; 10 - 9; 10 - 12;
2	26	1248	98	8 - 9; 10 - 12; 9 - 10;
3	14	402	57	8 - 9; 10 - 12; 4 - 9
4	12	229	23	8 - 9; 10 - 12; 8 - 4
5	3	100	10	10 - 9; 3 - 9; 8 - 9
6	2	36	3	8 - 9; 9 - 12
7	0	17	0	Нет трансформации
8	0	4	0	Нет трансформации
9	1	0	1	8 - 9
10	0	1	0	Нет трансформации
11	0	1	0	Нет трансформации

Примечание. 3 – мелколиственные леса; 4 – широколиственные леса; 8 – лесостепи; 9 – степи; 10 – луга; 12 – пашни

территории Дальнего Востока России имеет практическую значимость, особенно при разработке комплексного показателя оценки напряженности пожароопасных сезонов, методик оценки ущерба, формирования противопожарных рекомендаций и мероприятий при дистанционном мониторинге территории.

Проведение оценки трансформации территории в ходе пожаров растительности позволяет спрогнозировать смену одного типа растительности на другой и определить в будущем предполагаемую площадь лесного фонда субъектов Федерации, что будет способствовать сбалансированному распределению сил и средств для усовершенствования деятельности природоохранных ведомств.

Исследование выполнено за счет средств гранта в форме субсидии в целях реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (Соглашение № 075-15-2023-495 от 25.04.2023 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шешуков М.А. Горимость лесов Дальнего Востока / М.А. Шешуков, Е.В. Брусова // Северо-Восточная Азия: вклад в глобальный лесопожарный цикл. Хабаровск: Изд-во Центра глобального мониторинга природных пожаров, 2006. С. 164–180.
2. Andela N. Global Fire Atlas with Characteristics of Individual Fires, 2003-2016 / N. Andela, D.C. Morton, L. Giglio, J.T. Randerson // ORNL DAAC. 2019. URL: https://daac.ornl.gov/CMS/guides/CMS_Global_Fire_Atlas.html (дата обращения: 03.08.2023).
3. Friedl M.A. MODIS Collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets / M.A. Friedl, D. Sulla-Menashe, B. Tan et al. // *Remote sensing of Environment*. 2010. Vol. 114, N 1. P. 168–182.
4. Ghamisi P. Multisource and multitemporal data fusion in remote sensing: A comprehensive review of the state of the art / P. Ghamisi, R. Behnood, N. Yokoya et al. // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*. 2019. Vol. 7, N 1. P. 6–39.
5. Glagolev V.A., Zubareva A.M. GFS model-based short-term fire weather forecasting // *Proceedings of SPIE*. 2018. Vol. 10833. P. 1083373.
6. Saah D. Primitives as building blocks for constructing land cover maps / D. Saah, K. Tenneson, A. Poortinga et al. // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2020. Vol. 85. P. 101979.
7. White C.T. Automated Land Cover Change Detection Through Rapid Updates of Digital Surface Models / C.T. White, A. Petrasova, W. Reckling et al. // *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2020. Vol. 42. P. 155–159.

REFERENCES

1. Sheshukov M.A. Burning of the Far East Forests, M.A. Sheshukov, E.V. Brusova, in *Severo-Vostochnaya Aziya: vklad v global'nyi lesopozharnyi tsikl* (Northeast Asia: Contribution to the Global Forest Fire Cycle). Khabarovsk: Global Fire Monitoring Center, 2006, pp. 164–180. (In Russ.).
2. Andela N. Global Fire Atlas with Characteristics of Individual Fires, 2003-2016, N. Andela, D.C. Morton, L. Giglio, J.T. Randerson. *ORNL DAAC*, 2019. Available at: https://daac.ornl.gov/CMS/guides/CMS_Global_Fire_Atlas.html (accessed: 03.08.2023).
3. Friedl M.A. MODIS Collection 5 global land cover: Algorithm refinements and characterization of new datasets, M.A. Friedl, D. Sulla-Menashe, B. Tan et al. *Remote sensing of Environment*, 2010, vol. 114, no. 1, pp. 168–182.
4. Ghamisi P. Multisource and multitemporal data fusion in remote sensing: A comprehensive review of the state of the art, P. Ghamisi, R. Behnood, N. Yokoya et al. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 6–39.
5. Glagolev V.A., Zubareva A.M. GFS model-based short-term fire weather forecasting. *Proceedings of SPIE*, 2018, vol. 10833, pp. 1083373.
6. Saah D. Primitives as building blocks for constructing land cover maps, D. Saah, K. Tenneson, A. Poortinga et al. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2020, vol. 85, pp. 101979.
7. White C.T. Automated Land Cover Change Detection Through Rapid Updates of Digital Surface Models, C.T. White, A. Petrasova, W. Reckling et al. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2020, vol. 42, pp. 155–159.

VEGETATION CONDITION ASSESSMENT BASED ON LONG-TERM SATELLITE MONITORING DATA

V.A. Glagolev, A.M. Zubareva

In this study, MODIS satellite imagery data was processed for 2016 to identify areas with high fire danger, taking into account vegetation characteristics in 2016–2017. To assess the biodiversity of the territory and damage from vegetation fires, it is proposed an algorithm for the spatial and temporal analysis of vegetation fires distribution, taking into account their influence on vegetation transformation in the Russian Far East. The processing algorithm includes: the network imposition on the study area; obtaining satellite image fragments for the territory and converting the satellite image into operational-territorial units of a given size, with the transfer of attribute data over a multi-year period; forming vector layers of individual vegetation fires on the base of point placement or fires area, determining the nesting of individual fires in operational-territorial units and adding data on the condition of vegetation they arose on. The materials of the study contained both annual and daily vegetation data on the location of vegetation fires, based on MODIS satellite images, Terra spectroradiometer and Aqua Land Cover Modeling Grid Version 6. In the course of data analysis, 88 variants of vegetation condition transformation were found in the presence of from 1 to 11 fires. In 8604 cases, changes in the flora structure and quality were caused by an anthropogenic factor. In 40 variants, the transformation did not depend on fires. The maximum transformation is recorded in the following vegetation cover classes: small-leaved and broad-leaved forests, forest-steppes, steppes, meadows and arable land. Most cases of vegetation transformation in operational-territorial units (from 30 to 70%) are recorded when forest- steppe is turning to steppe.

Keywords: *vegetation, fires, Earth remote sensing data, vegetation index, modeling options.*

Reference: Glagolev V.A. , Zubareva A.M. Vegetation condition assessment based on long-term satellite monitoring data. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 71–76. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-71-76.

Поступила в редакцию 30.10.2023

Принята к публикации 18.12.2023

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научная статья

УДК 94:711.4(571.621)

СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗА БИРОБИДЖАНА В ПЕРИОД ПЕРВЫХ ПЯТИЛЕТОК (1928–1942): ПЛАНЫ И РЕАЛИИ

К.К. Степанов

Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» Научно-исследовательский
институт теории и истории архитектуры и градостроительства,
ул. Душинская 9, г. Москва, 111024,
e-mail: stepanovkk@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-3390-608X>

Биробиджанский проект освоения Приамурья стал одной из самых значимых государственных довоенных программ по колонизации прежде слабозаселенных пограничных территорий Дальневосточного края. Массовый приток переселенцев требовал повышенного внимания к планированию населенных мест в организованной в 1934 г. Еврейской автономной области, и в первую очередь центра ЕАО – Биробиджана. Создание с чистого листа столицы нового этнически обусловленного субъекта диктовало свои условия строительства города в культурном аспекте, его планировании и архитектуры. В тяжелых условиях лимитированного финансирования и снабжения материалами, значительной нехватки специалистов, а также в сложных климатических условиях Биробиджан, тем не менее, стремительно рос и к концу третьей пятилетки стал городом с населением в 30 тысяч человек, сформировавшим свой особенный архитектурный облик.

Настоящая статья делает попытку проанализировать особенности и проблемы формирования архитектурного образа столицы Еврейской автономной области на раннем этапе становления архитектурно-планировочной структуры города. Путем исследования первых проектов генерального плана Биробиджана и фактически построенных объектов в 1928–1942 гг. выявлены предполагаемые пути развития местной архитектуры, а также основные стилевые характеристики и особенности реализованной застройки. На основе корпуса архивных материалов и периодической печати 1930-х гг. предпринята попытка углубить знание о наиболее существенных процессах в области организации проектного и строительного дела в регионе, а также раскрыть основные причины неуспеха строительных планов первых пятилеток. Наряду с этим выявлены биографические данные ключевых архитекторов и инженеров, работающих в сфере проектирования, строительства и принятия решений по городскому хозяйству города, уточнены некоторые сведения о довоенном архитектурном наследии Биробиджана.

Ключевые слова: Биробиджан, Еврейская автономная область, архитектура первых пятилеток, организация проектирования, региональная архитектура.

Образец цитирования: Степанов К.К. Специфика формирования архитектурного образа Биробиджана в период первых пятилеток (1928–1942): планы и реалии // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 77–84. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-77-84.

В отечественной истории архитектуры и градостроительства период первых трех пятилеток (1928–1942 гг.) занимает исключительное место. Форсированная индустриализация и освоение малоисследованных территорий вели к созданию новых промышленных центров, ускоренной урбанизации и, как следствие, к беспрецедентному масштабу строительства. Период творческих исканий

советских архитекторов эпохи НЭПа сменяется централизацией проектной деятельности первых пятилеток, созданием сначала целого ряда крупных столичных проектных институтов, а затем и региональных организаций. Дальневосточный край (ДВК) не остался в стороне от общесоюзных процессов – регион, особенно пострадавший от разрушительной Гражданской войны, нуждался

в значительных вложениях для восстановления своего народного хозяйства и дальнейшего развития, тем более в условиях своего пограничного положения. В показателях количества населения Дальний Восток вернулся к цифрам рубежа веков только к 1926 г., а за последующие десять лет, к 1936 г., население края выросло еще в 1,7 раза, до 2 481,2 тыс. человек [19, с. 61]. На этом фоне, пожалуй, самым ярким проектом колонизации Дальневосточного региона стал так называемый «Биробиджанский проект» переселения трудящихся евреев в Приамурье, закрепленный постановлением Президиума ЦИК СССР от 28 марта 1928 г.

Строительство центра образованной в 1934 г. Еврейской автономной области сопровождалось множеством сложностей и проблем, связанных с объективными причинами удаленности и малоизученности региона, а также с неготовностью местных властей принять мощный поток переселенцев и обеспечить всех жильем и приложением труда в кратчайшие сроки [2, с. 62]. Тем не менее, на протяжении 1930-х гг. город продолжал стремительно расти и довольно хаотично застраиваться, обретая черты с одной стороны «выставки жилищ различных народов мира» [22, с. 105], с другой – растущего социалистического города с архитектурой, «отвечающей социалистической эпохе» [18, с. 12].

Архитектурно-планировочное развитие Биробиджана до сих пор во многом остается малоисследованным, вопросы же организации проектной деятельности и стилиевые особенности довоенной застройки города практически не были затронуты вниманием исследователей. Таким образом, задачи данной статьи определяются в исследовании широкого круга аспектов строительной деятельности в Биробиджане в 1928–1942 гг., анализе архитектурного и градостроительного наследия города.

С момента принятия официального решения о заселении Приамурья от 28 марта 1928 г. до прибытия первого состава с переселенцами прошло чуть более месяца. Форсированно создавались органы местного самоуправления, первые артели, призванные снабдить приезжающих базовыми стройматериалами и рабочими местами. Однако, все эти усилия не могли обеспечить необходимую скорость колонизации. На первом этапе планы по дорожному и жилищному строительству были выполнены только на 10–35% [2, с. 65]. Ситуация с возведением жилья даже в официальных документах значилась как «катастрофическая» [14, с. 3]. Средняя жилая площадь на биробиджанца первой половины 1930-х гг. не превышала 3–3,5 м²

на человека при норме в 6 [16, с. 235]. Неудачи в выполнении государственной программы открывали, с другой стороны, особые возможности в индивидуальном строительстве, только поощряемом местными властями. Подобный подход к решению жилищного кризиса был скорее вынужденным и противоречил базовым установкам советского градостроительства тех лет, направленных на переход от индивидуальной малоэтажной к многоквартирной коммунальной застройке [9, с. 72]. Архитектурного надзора, строгой стандартизации и тем более планового проектирования не существовало; ситуация с дефицитом строительных материалов увеличивала сферу применения базового сырья – песка, соломы, камыша, глины. Ханнес Майер, автор проекта первого генерального плана Биробиджана, по итогам своей поездки на место строительства в 1933 г. вспоминал: «местные стройматериалы преобразовывались в руке жителя согласно его происхождения в процессе индивидуального или коллективного строительства в блочный дом латышского или белорусского еврея, в беленую глинобитную мазанку украинского еврея или в двухэтажную кирпичную постройку еврея из немецкого рейха» [22, с. 105]. Майер также отмечал наличие в Биробиджане образца 1933 г. «корейских домов, сплетенных из сучьев и веток» [22, с. 105] и построек «американской конструкции» [22, с. 103] (рис. 1).

Стилевая пестрота индивидуальной застройки компенсировалась первыми глинобитными и деревянными домами, построенными по



Рис. 1. Домик переселенца Зильбермана, первая половина 1930-х гг.

Fig. 1. Zilberman the settler house, first half of 1930s.

типовым проектам, в первую очередь это были проекты Центрожилсоюза. Завод стандартного домостроения Центрального союза жилищной кооперации РСФСР начал работать в Биробиджане в конце 1932 г., став частью первой волны промышленных предприятий, направленных на развитие строительной индустрии (в 1930–1932 гг. были построены Биробиджанский фибролитовый завод, Бирский и Бираканский лесозаводы, первая очередь известкового завода в Лондоко). Рубеж 1932–1933 гг. во многом стал поворотным моментом в истории архитектуры города. После нескольких лет ситуативной хаотичной застройки в регуляторных целях местные власти постановляют организовать отдел коммунального хозяйства при городском совете, «мобилизовать рабочую общественность вокруг кооперативного жилищного строительства», а также «ходатайствовать о содействии в посылке специалистов для разработки на месте плана города Биробиджана» [13, с. 4]. С принятием последнего решения начинается история создания генеральных планов города, продлившаяся все предвоенное десятилетие, но так и не закончившаяся утвержденным проектом детальной планировки. Заказ на его выполнение передавался от московского Гипрогора (1933–1934, руководитель Х. Майер) к Дальгипрогору в Хабаровске (1935–1937, Н.А. Орлов, А.С. Мухин), затем снова в Гипрогор, уже в его ленинградское отделение (1937–1939, руководитель Д.М. Пиллер). Каждый из авторов намечал единственно возможным развитием города перенос его основных административных и жилых площадей на противоположный берег реки Биры; здесь должны были быть построены новые кварталы кирпичных домов разной этажности, разбит центральный парк культуры и отдыха, обустроен административный центр [8, с. 83–87; 17]. На деле же в 1930-е гг. перенос города на другой берег был совершенно отдаленной перспективой, а после того как самые выгодные земли правобережья были заняты военным ведомством, от этой идеи пришлось на долгое время и вовсе отказаться.

Территория же «старого города» продолжала активно застраиваться, вокруг новых промышленных центров (обозный завод, фабрика «Деталь» и т.д.) строились свои небольшие рабочие поселки. Административным же центром города намечался квартал между улицами Горького, Постышева (Ленина) и Партизанской (Шолом-Алейхема), в 1933–1934 гг. здесь были построены первые капитальные общественные и административные здания – Еврейский театр и Дом Советов.

В стилевом отношении архитектура первых капитальных зданий сохраняла черты авангардных направлений: монолитность объемов, плоские, лишённые декора стены, большая площадь остекления (функционально необоснованная в местном климате); однако главные фасады и Дома Советов, и Еврейского театра композиционно классические – они симметричны, с четко выраженными центральными ризалитами и разделением по этажам. Примат главного фасада, играющего роль своего рода ширмы, был также присущ архитектуре периода обращения к историческому наследию [15]. Отмечая эту особенность, то есть противопоставление главного и дворового фасадов, писатель Э.Г. Казакевич, который был идейным вдохновителем, бригадиром строительства и, возможно, даже автором проекта Еврейского театра, называл это здание «дворцом-сараем» [20, с. 15] (рис. 2). В здании Дома Советов «классичность» также подчеркивалась ритмом дентикул под карнизом и устройством своеобразного зиккура, венчающего центральный ризалит. Этот элемент, вероятно, был отсылкой к древнему зодчеству Ближнего Востока, Земли обетованной, то есть попыткой внедрения национальных черт в общественную архитектуру города. Поиском национального стиля можно назвать также декор здания железнодорожного вокзала, построенного в 1934–1936 гг. по проекту московского проектного бюро Народного комиссариата путей сообщения (архитектор Г.К. Агапьев). Сохраняя в общих формах черты монументального постконструктивизма, в некоторых элементах фасада авторы стремились передать особенности национального состава мо-



Рис. 2. Здание Государственного еврейского театра имени Л.М. Кагановича

Fig. 2. State Jewish theater named after L.M. Kaganovich

лодой области. Капители пилястр главного фасада были выполнены вручную и изображали нехарактерную для архитектуры этого периода самобытную флористическую композицию. Продолжая этот мотив, выполнялись и интерьеры главных залов вокзала. Здесь широко применялась мозаика, «по специальным проектам изготовлялась обстановка и мебель» [3], изящные резные деревянные колонны зала ожидания были центром композиции всего пространства (рис. 3, 4).

Тем не менее, единого представления о том, какой же должна быть национальная по форме, но социалистическая по содержанию архитектура Биробиджана, не было. Московский архитектор И.И. Федоров, представитель Наркомхоза РСФСР, выполнивший поездку на Дальний Восток осенью 1936 г. для консультаций и проверки хода выполнения и реализации генеральных планов городов ДВК, в своем отчете прямо отмечал необходимость «организации творческой консультации со стороны центральных архитекторов и художников в отношении поисков архитектурного стиля еврейских населенных пунктов» [5, с. 78–79].

Создание при городском совете отдела коммунального хозяйства, проектной мастерской при нем, а также некоторые успехи в укреплении базы строительных материалов позволили увеличить масштабы капитальной застройки. Однако, в поисках решения жилищного кризиса творческие вопросы отодвигались на второй план. Основой застройки 1930-х гг. оставалась типовая архитектура по линии различных ведомств: от народного комиссариата просвещения были построены несколько школ, от наркомата здравоохранения – здание больницы, по проектам комиссариата путей сообщения возводились двухэтажные типовые деревянные дома для работников железной дороги и т.д. Масштабное по местным меркам строительство велось силами местных строительных организаций: Кустжилстроя, стройконторы переселенческого отдела НКВД, треста Биробиджанстрой [18, с. 1]. Каждая из контор имела в своем составе инженерно-технических работников, занимавшихся привязкой типовых проектов к местным условиям и руководящих строительством ключевых объектов. Все они были выпускниками технических вузов из европейской части СССР (например, руководитель многих биробиджанских строек и председатель технико-экспертного совета З.М. Крайц был выпускником Харьковского инженерно-строительного института, главный инженер Биробиджанстроя Н.С. Шерман – Ленинградского индустриального института, ра-



*Рис. 3. Деталь интерьера вокзала.
Резная колонна, 1937 г.*

Fig. 3. Detail of the interior of the railway station. Carved column, 1937



Рис. 4. Кассовый зал вокзала, 1937 г.

Fig. 4. Ticket hall of the Birobidzhan railway station, 1937

ботавший в отделе гражданского строительства НКВД инженер-архитектор П.Е. Аппак окончил Петроградский институт гражданских инженеров). З.М. Крайц, Н.С. Шерман, Ф.Н. Теличкин курировали крупнейшие общественные стройки 1936–1941 гг.: здание библиотеки (1936–1940), педагогического института (1937–1938), школы № 1 (1935–1936), школ № 9 и № 10 (1938–1940) и др. Для обеспечения строек проектно-сметными материалами при отделе коммунального хозяйства города в 1934 г. была организована проектная мастерская, которая к 1936 г. уже насчитывала 14 сотрудников. В течение нескольких лет мастерской руководил архитектор А.С. Савенков, окончивший Ленинградский институт инженеров коммунального строительства (ЛИИКС) в 1933 г. Авторству молодого архитектора принадлежит здание гостиницы «Биробиджан» (1936–1938), 32-квартирный дом специалистов (1936–1938), двухэтажные 12-квартирные дома горкомхоза, деревянный летний театр в парке культуры и отдыха и многие другие (рис. 5).

В стилевом отношении постройки второй половины 1930-х гг. были характерными образцами упрощенной провинциальной классики, в которых широко применялись лишь те элементы, которые не требовали больших затрат: часто сдвоенные, в один кирпич, лопатки и пилястры, ярко выраженный цоколь; по сравнению с примерами первой половины 1930-х гг. заметно сократилась площадь остекления. Архитектура этого периода лишена всякого намека на поиск национального стиля, а с начавшимся процессом вытеснения индивидуальной застройки образ города становился все более типологически единообразным (рис. 6).



Рис. 6. Строительство стандартных жилых домов по улице Постышева (Ленина) в середине 1930-х гг.

Fig. 6. Standard residential buildings along the Postysheva (Lenin) street in the mid-1930s

Таким образом, подводя итоги исследованию довоенной архитектуры Биробиджана, можно сделать следующие выводы:

1. В застройке города наблюдалось существенное различие планируемого и реализованного. Генеральные планы, выполненные в 1930-е гг. в Москве и Ленинграде, не играли роли дорожной карты, по которой город смог бы развиваться. Это случилось вследствие множества факторов, важнейшим из которых представляется неготовность властей (и местных, и центральных) к стремительному заселению региона и форсированной индустриализации – в руководящих структурах не было консенсуса ни по количеству проектного населе-



Рис. 5. Здание гостиницы Биробиджан (1936–1938, архитектор А.С. Савенков). Реконструкция исторического фасада – Степанов К.К.

Fig. 5. Hotel "Birobidzhan" (1936–1938, architect Aleksei Savenkov). Reconstruction of the historical facade – Kirill Stepanov

ния, ни по номенклатуре индустриальной базы в условиях крайне малоисследованного региона. В центре проектировались только ключевые объекты, такие как, например, обозный завод (1932–1934) или комплекс ТЭЦ (1936–1947). Решения же по жилой и общественной застройке зачастую принимались здесь и сейчас – стройка велась местными силами в условиях острой нехватки строительных материалов и специалистов всех уровней.

2. В заявленном властью процессе создания национальной культуры и архитектуры, в частности, отмечалась дихотомия коллективного и частного. Хаотичность индивидуальной застройки порождала многообразие и характерность сложного национального региона, упорядоченность же типовой государственной архитектуры уравнивала и обезличивала, разрушая эту уникальность. Другими словами, несмотря на всесоюзный статус биробиджанского проекта, запрос на создание собственной национальной по форме и социалистической по содержанию культуры шел скорее снизу. Как отмечал Х. Майер: «В бытность нашу в Биробиджане в 1933 г. нам пришлось слышать со стороны общественного актива неоднократные указания на то, что Биробиджан должен возглавить еврейское культурно-национальное развитие в СССР вообще» [10, с. 33]. Руководство в это же время было гораздо больше обеспокоено практическими вопросами завершения строительства промышленных предприятий и решения острого жилищного кризиса [11, с. 6]. В подобной ситуации вопросы поиска национальной архитектуры не могли быть приоритетными, вместе с тем никаких «творческих консультаций со стороны центральных архитекторов», о которых говорил И.И. Федоров, так и не было организовано.

3. В отличие от крупных городов-новостроек СССР, созданных с нуля (Магнитогорск, Сталинск (Кузнецк), Комсомольск-на-Амуре), в Биробиджане градоформирующими предприятиями не были заводы тяжелой промышленности. Как следствие, в городе не было сформировано разрозненных центров и крупных рабочих поселков при них, а многие промышленные объекты включались в общую застройку города и размещались на центральных улицах города. Это влияло на внешний вид зданий этого типа, например, главный корпус типографии (1935–1938), расположенный на центральной улице города, был согласован в объемах и деталях с соседними зданиями библиотеки и Дома Советов, а главный фасад хлебозавода (1938–1940) получил ярко выраженные пилястры и детально разработанный карниз (рис. 7).



Рис. 7. Здание хлебозавода в Биробиджане (1938–1940)

Fig. 7. Bakery factory building in Birobidzhan (1938–1940)

В заключение следует отметить, что настоящая работа рассматривает лишь некоторые из аспектов формирования архитектурного образа Биробиджана в период 1928–1942 гг. Однако, при изучении уже имеющихся материалов были выявлены основные направления развития архитектурно-планировочной структуры города и определены принципы и факторы формирования собственного архитектурного стиля столицы ЕАО.

Перспективы дальнейшего исследования проблемы видятся в более детальном изучении исторической литературы, архивных материалов, посвященных архитектуре Биробиджана, исследовании фотоматериалов и других источников. С выполнением графических реконструкций архитектурного и градостроительного наследия, уточнения данных по отдельным постройкам и их авторам, а также при дальнейшем исследовании теоретических вопросов организации проектирования и строительства в ЕАО довоенного времени станет возможным раскрытие малоизученной на сегодня темы становления архитектурного облика города на первых этапах своей истории.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бренер И.С. Биробиджанский проект в научных исследованиях / И.С. Бренер, А.В. Зарамба. Киев: Золотые ворота, 2013. 632 с.
2. Вайсерман Д.И. Как это было? ЕАО 1928–1938 гг. Биробиджан, 1993. 233 с.
3. Ганопольский И. Вокзал построен // Биробиджанская звезда. 1936. № 3 (441). С. 3.
4. Гуревич В.С. Еврейская автономная область: История административного устройства в кар-

- тах, документах и фотографиях. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2019. 117 с.
5. Дело о планировке городов Дальневосточного края (Биробиджан, Владивосток, Советская Гавань, Хабаровск). Т. 2, 1936 // ГАРФ. Ф.А-314. Оп. 1. Д. 8039.
 6. Документы о развитии промышленности Биробиджанского района, 1931-1932 // ГАЕАО. Ф.Р-186. Оп. 2. Д. 6.
 7. Документы по планировке нового г. Биробиджана, 1933 // ГАЕАО. Ф.Р-186. Оп. 2. Д. 33.
 8. Коньшева Е.В. Европейские архитекторы в советском градостроительстве эпохи первых пятилеток. Документы и материалы. М.: БуксМАрт, 2017. 360 с.
 9. Меерович М.Г. Градостроительная политика в СССР (1917–1929). От города-сада к ведомственному рабочему поселку. М.: Новое литературное обозрение, 2017. 352 с.
 10. Переписка о плане коммунального и жилищного строительства города Биробиджана, 1933 // ГАРФ. Ф.Р-7541. Оп. 1. Д. 659.
 11. Проект планировки города Биробиджана, 1934-1935 // ГАРФ. Ф.А-259. Оп. 20. Д. 108.
 12. Протокол совещания при Далькрайплане по рассмотрению титульных списков строительства и капвложения в народное хозяйство ЕАО с приложениями, 1936 // ГАЕАО. Ф.Р-75. Оп. 1. Д. 73.
 13. Протоколы, резолюции к ним, и переписка о планировании и строительстве города Биробиджана, 1932-1933 // ГАЕАО. Ф.Р-3. Оп. 1. Д. 144.
 14. Сведения о рабочем поселке Биробиджан, 1932 // ГАЕАО. Ф.Р-145. Оп. 1. Д. 1.
 15. Советское градостроительство. 1917–1941 / под ред. Ю.Л. Косенкова. М.: Прогресс-Традиция, 2018. 820 с.
 16. Справки о развитии промышленности, народного образования и строительства, 1931-1934 // ГАЕАО. Ф.Р-3. Оп. 1. Д. 235.
 17. Степанов К.К. Генеральный план г. Биробиджана как часть наследия Баухаус в России: особенности и проблемы реализации // XXX Алпатовские чтения. Баухаус в контексте мирового зодчества. М., 2020. С. 249–260.
 18. Титульный список строительства, 1937 // ГАЕАО. Ф.Р-145. Оп. 1. Д. 19.
 19. Ткачева Г.А. Динамика численности и состава населения Дальнего Востока в 1941–1945 гг. // Ойкумена. 2007. №1. С. 60–74.
 20. Улицы города Биробиджана: по документам государственного архива ЕАО / сост. И.А. Жирнова и др.; отв. ред. В.П. Шулятиков. Биробиджан: Изд. дом «Биробиджан», 2012. 194 с.
 21. Хмельницкий Д. Здоровье барачного города // Проект Байкал. 2019. № 60. С. 70–74.
 22. Kotlerman B.B. Bauhaus in Birobidzhan. 80 years of Jewish settlement in the Far East of the USSR / B.B. Kotlerman, S. Yavin. Tel Aviv: Bauhaus Center Tel Aviv, 2015.

REFERENCES

1. Brener I.S. *Birobidzhanskii projekt v nauchnykh issledovaniyakh* (Birobidzhan project in scientific research), I.S. Brener, A.V. Zaramba. Kiev: Zolotyevorota Publ., 2013. 632 p. (In Russ.).
2. Vaiserman D.I. *Kak eto bylo? EAO 1928–1938 gg.* (How was it? Jewish Autonomous Region in 1928-1938). Birobidzhan, 1993. 233 p. (In Russ.).
3. Ganopol'skii I. The railway station has been built. *Birobidzhanskaya zvezda*, 1936, no. 3 (441), p. 3. (In Russ.).
4. Gurevich V.S. *Evreiskaya Avtonomnaya Oblast': Istoriya administrativnogo ustroystva v kartakh, dokumentakh i fotografiyakh* (Jewish Autonomous Region: History of the administrative structure in maps, documents and photographs). Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2019. 117 p. (In Russ.).
5. The case of the planning of cities in the Far Eastern Territory (Birobidzhan, Vladivostok, Sovetskaya Gavan, Khabarovsk), vol. 2, 1936. *GARF*, f.a-314, op. 1, d. 8039. (In Russ.).
6. Documents on the development of industry in the Birobidzhan region, 1931-1932. *GAEAO*, f.r-186, op. 2, d. 6. (In Russ.).
7. Documents on the planning of the new city of Birobidzhan, 1933. *GAEAO*, f.r-186, op. 2, d. 33. (In Russ.).
8. Konysheva E.V. *Evropeiskie arkhitektory v sovetskom gradostroitel'stve epokhi pervykh pyatiletok. Dokumenty i materialy* (European architects in Soviet urban planning of the first five-year plans era. Documents and materials). Moscow: BukSMArt Publ., 2017. 360 p. (In Russ.).
9. Meerovich M.G. *Gradostroitel'naya politika v SSSR (1917–1929). Ot goroda-sada k vedomstvennomu rabochemu poselku* (Urban planning policy in the USSR (1917–1929). From the garden city to the departmental workers' village). Moscow: Novoe literaturnoe obozrenie Publ., 2017. 352 p. (In Russ.).
10. Correspondence on the plan of communal and housing construction of the city of Birobidzhan, 1933. *GARF*, f.r-7541, op. 1, d. 659. (In Russ.).

11. Draft planning of the city of Birobidzhan, 1934-1935. *GARF*, f.a-259, op. 20, d. 108. (In Russ.).
12. Minutes of the meeting at the Dalkrayplan for the consideration of title lists of construction and capital investment in the national economy of the EAO with appendices, 1936. *GAEAO*, f.r-75, op. 1, d. 73. (In Russ.).
13. Protocols, resolutions to them, and correspondence on the planning and construction of the city of Birobidzhan, 1932-1933. *GAEAO*, f.r-3, op. 1, d. 144. (In Russ.).
14. Information about the Birobidzhan work settlement, 1932. *GAEAO*, f.r-145, op. 1, d. 1. (In Russ.).
15. *Sovetskoe gradostroitel'stvo. 1917-1941* (Soviet urban planning. 1917-1941), Yu.L. Kosenkova, Ed. Moscow: Progress-Traditsiya Publ., 2018. 820 p. (In Russ.).
16. Information on the development of industry, public education and construction, 1931-1934. *GAEAO*, f.r-3, op. 1, d. 235. (In Russ.).
17. Stepanov K.K. The general city plan of Birobidzhan as part of the Bauhaus heritage in Russia: specific features and problems of implementation, in *XXX Alpatovskie chteniya. Bauhaus v kontekste mirovogo zodchestva* (XXX Alpatov Readings: Bauhaus in the Context of World Architecture). Moscow, 2020, pp. 249-260. (In Russ.).
18. Title list of construction, 1937. *GAEAO*, f.r-145, op. 1, d. 19. (In Russ.).
19. Tkacheva G.A. Dynamics of the number and composition of the population of the Far East in 1941-1945. *Oikumena*, 2007, no. 1, pp. 60-74. (In Russ.).
20. *Ulitsy goroda Birobidzhana: po dokumentam gosudarstvennogo arkhiva EAO* (Streets of the Birobidzhan city according to documents from the state archive of the Jewish Autonomous Region), I.A. Zhirmova, Comp.; V.P. Shulyatkov, Ed. Birobidzhan: Birobidzhan Publishing House, 2012. 194 p. (In Russ.).
21. Khmel'nitskii D. The health of the barracks city. *Proekt Baikal*, 2019, no. 60, pp. 70-74. (In Russ.).
22. Kotlerman B.B. *Bauhaus in Birobidzhan. 80 years of Jewish settlement in the Far East of the USSR*, B.B. Kotlerman, S. Yavin. Tel Aviv: Bauhaus Center Tel Aviv, 2015.

SPECIFICS OF THE BIROBIDZHAN ARCHITECTURAL IMAGE FORMATION (1928-1942): IDEAS AND REALITY

K.K.Stepanov

The so-called "Birobidzhan project" of the Amur region settling became one of the most significant pre-war state programs for the colonization of the sparsely populated border territories of the Russian Far East. The massive influx of settlers demanded increased attention to new settlements planning at the Jewish Autonomous region (organized in 1934), and primarily to its capital Birobidzhan. Building of the town, aimed to be the centre of a new ethnically determined subject from scratch, dictated specific conditions in the cultural aspect, urban planning and architecture.

Thus, the present article makes an attempt to analyze the formation specifics of its planning structure. Having studied the first projects of the town's master plan and objects built in 1928-1942, the author defined directions of the local architecture development, its characteristics and features. The corpus of the 1930s archival materials allows us deepen our knowledge of the most significant processes in the regional design management and construction. The article also aims to reveal the reasons for the eventual failure of the initial architectural ideas. Along with this, the author provides the biographical data of key architects and engineers working in the field of design, construction and the town's urban economy decision-making. Clarifications have been made regarding the pre-war architectural heritage of Birobidzhan.

Keywords: *Birobidzhan, Jewish Autonomous region, architecture of the first five-year plans, design organization, regional architecture.*

Reference: Stepanov K.K. Specifics of the Birobidzhan architectural image formation (1928-1942): ideas and reality. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 77-84. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-77-84.

Поступила в редакцию 15.11.2023

Принята к публикации 18.12.2023

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научная статья
УДК 394(571.15)

ЧЕМАЛ КАК ЦЕНТР ЭТНОКОНФЕССИОНАЛЬНОГО ТУРИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

Н.А. Тадина

Горно-Алтайский государственный университет,
ул. Ленкина 1, г. Горно-Алтайск, 649000,
e-mail: ntadina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1363-8735>

На юге Западной Сибири разрабатывается перспективная программа «Большой Алтай». Понятие «Большой Алтай» охватывает уникальные для туризма регионы – Горный Алтай (в административном отношении Республика Алтай) и пограничные с ним Рудный Алтай (Алтайский край), Саяно-Алтай (Республика Хакасия и Республика Тыва), Гобийский Алтай и Монгольский Алтай (Монголия). На основе собранных сведений освещено развитие этноконфессионального туризма в Республике Алтай. В современных условиях глобализации происходит унификация и коммерциализация этнической культуры алтайцев – титульного этноса республики, русских – этнического большинства региона, казахов как местной крупной диаспоры.

В изменяющихся условиях развития российского общества появляется убеждение, что посредством этнического туризма происходит возврат к старинным национальным традициям. Для специалистов и вовлекаемого в туристское обслуживание местного населения это источник занятости, активный фактор регионального развития. Для гостей этноконфессиональный туризм выступает притягательной сферой общения, способом «прямого вхождения» в неизвестную и малоизвестную культуру. Региональный туризм имеет 100-летнюю историю развития, о чем свидетельствуют архивные материалы собирателя начала прошлого века А.В. Анохина, хранящиеся в Музее антропологии и этнографии имени Петра Великого (Кунсткамера) в Санкт-Петербурге.

В XIX веке в селе Чемал был основан стан Алтайской духовной миссии, что определяет здесь становление центра современного этноконфессионального туризма. В 2000 г. был восстановлен храм Иоанна Богослова на скале Патмос у реки Катунь, ставший православной святыней, привлекающей туристов. Остров Патмос связан с именем двух отцов Макариев, в разное время служивших в Чемальском стане. Местные жители называли остров Макарьевским, так как здесь первым служителем был о. Макарий (Глухарев), основатель стана, затем о. Макарий (Невский) в 1916 г. История села Чемал определила восстановление православных святынь, превратив данное село в центр этноконфессионального туризма в Республике Алтай.

Ключевые слова: Алтай, республика, туризм, Чемал, Патмос, исследование.

Образец цитирования: Тадина Н.А. Чемал как центр этноконфессионального туризма в Республике Алтай // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 85–89. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-85-89.

Потенциал развития туризма в Республике Алтай связан с широким диапазоном туристских предложений на основе уникальных природных и этнокультурных ресурсов региона. Находясь в центре внутренней Азии, Республика Алтай постепенно становится центром геополитических интересов соседних стран: Казахстана, Китая, Монголии. В целях сотрудничества с соседями разрабатывается перспективная программа «Большой

Алтай». В нее включены уникальные для туризма регионы – Горный Алтай (в административном отношении Республика Алтай) и пограничные с ним Рудный Алтай (Алтайский край), Саяно-Алтай (Республика Хакасия и Республика Тыва), Гобийский Алтай и Монгольский Алтай (Монголия).

Алтай считается перспективной территорией для развития туризма. Сегодня туризм еще не

приобрел отдельную специализацию, хотя такая тенденция наблюдается. В современных условиях глобализации экономики, стирания этнокультурных границ и коммерциализации культуры появляется угроза исчезновения немногочисленных народов и их языков, центров их зарождения и распространения их культур. Здешние народы – алтайцы как титульный этнос республики, русские как этническое большинство, казахи как самая крупная диаспора и другие – находятся в состоянии перехода к новой жизни, ориентированной на интеграцию с туристической деятельностью.

Среди населения Чемальского, Шебалинского и Майминского районов, как наиболее развитых в туристическом отношении, нами выявлены предпочтения к развитию таких видов туризма, как экологический, интеллектуальный, этноконфессиональный. Население осознает, что для стабильного развития республики предпочтительнее туризм, который способен повлиять на социально-экономическую ситуацию региона. В рамках Концепции успешного развития Республики Алтай необходимо учитывать человеческий фактор в контексте социально-экономического, социально-политического и экологического положения региона.

Современное изменение всех сторон российского общества объясняется сменой ценностных установок, восприятием поведенческих западных установок, появлением новых информационных установок, а в ответ на эти обстоятельства посредством этнического туризма происходит возврат к старинным национальным традициям. Новое понимание культуры и осознание необходимости сохранения ее многообразия расширяет перспективы развития этноконфессионального туризма. Для специалистов и вовлекаемого в туристское обслуживание местного населения это источник занятости, активный фактор регионального развития. Для функционирования объектов и мероприятий этнической культуры туризм выступает гарантом сохранности и наполняемости научных исследований. Для гостей этноконфессиональный туризм выступает притягательной сферой общения, способом «прямого вхождения» в другую культуру, импульсом к взаимообогащению и взаимоуважению представителей различных культур.

Выстраивание образа Алтая как одного из уникальных мест в России способствуют природные и историко-культурные ресурсы региона, при этом наблюдается несколько уровней. На местном уровне образ Алтая продвигают перспективные туристические территории: «Верхняя Катунь» –

Усть-Коксинский район» в верховьях р. Катунь, «Север республики» – Чойский и Турочакский районы в окрестностях Телецкого озера и верховий р. Бии, «Нижняя Катунь» – Майминский и Чемальский районы. Исторически сложилось так, что центром этноконфессионального туризма в Республике Алтай выступает районный центр с. Чемал. В последние два десятилетия райцентр Чемал стал Меккой для туристов, основным брэндом которого выступают Алтайский культурный центр как символ алтайской культуры и остров Патмос с православными храмами как конфессиональный символ русской культуры. Это часть истории и культуры народов, проживающих на данной территории, – русских и алтайцев.

Региональный туризм имеет 100-летнюю историю развития, о чем, в частности, свидетельствуют архивные материалы собирателя начала прошлого века А.В. Анохина, хранящиеся в Музее антропологии и этнографии имени Петра Великого (Кунсткамера) в Санкт-Петербурге. В одной из его записей, сделанной в 1922 г. под заголовком «На пути из Бийска на Чемал», сказано, что приезжие русские люди «проникают вглубь Алтая главным образом по двум направлениям: на восток – к Телецкому озеру и на юг – по р. Катунь» [1, л. 9]. Эти два направления в предгорные районы: первый – Турочакский и Чойский районы, второй – Майминский, Чемальский и Шебалинский районы, до сих пор остаются популярными для туристов. Этнографические записи А.В. Анохина указывают на статус рекреационных зон, который был заложен в начале прошлого века вблизи г. Горно-Алтайска, – столицы Республики Алтай [7, с. 32].

В те времена туристы приезжали на отдых в горы Алтая на весеннее и летнее время из сибирских городов – Барнаула, Томска, Тюмени, Омска и даже из Москвы и Санкт-Петербурга. Местные жители доставляли приезжих из г. Бийска на телегах, запряженных одной или двумя лошадьми. В то время лошади были выносливы, и на телеге можно было вернуться за сутки. Излюбленным местом туристов было с. Узнезя и с. Чемал. Тогда среди приезжающих на отдых село Чемал приобрело большую популярность. Их здесь называли «дачниками», «воздушниками», «саламдарь» (соломенники – от соломенных шляп) [2, с. 33]. По другим сведениям, приезжающих также называли «дышальщиками», потому что Чемал расположен около соснового бора Бешпек, сам воздух в котором выступает основной составляющей в лечении и профилактике туберкулеза [3, с. 247].

Тот факт, что в XIX в. в с. Чемал был основан стан Алтайской духовной миссии, во многом определяет становление данного села в качестве центра современного развития этноконфессионального туризма. В сельском музее представлены редкие материалы местного миссионерского стана, женской школы, располагавшейся в начале прошлого века в деревянном здании, служившем средней школе и являвшимся историческим достоянием, утраченным в пожаре около десяти лет назад. Сегодня это монастырское здание могло бы стать центром этноконфессионального туризма в с. Чемал. Вместо утраченного здания таковым местом стала православная святыня Патмос, восстановленный храм Иоанна Богослова, привлекающая туристов, которые стараются посетить остров на р. Катунь [6, с. 23].

Об истории восстановления православной святыни «Патмос» в постсоветский период исследователь Ю.А. Крейдун пишет, что, «по рассказам старожилов, храм-памятник на острове после революции хоть и не действовал, но был цел. Но в Чемале в числе многочисленных туристов и «кумысников» оказался один москвич-художник. У него были с собой краски и холст. По преданию, живописец сделал пейзаж с видом реки, острова и храма. Собственная работа ему настолько понравилась, что «творец» приревновал холст к реальному пейзажу. И перед отъездом, чтобы вид храма на острове остался только на его картине, художник решил поджечь храм. Это и было сделано. Сегодня никто не может сказать наверняка, каким образом был в действительности уничтожен храм. Однако спустя 70 лет тщанием другого коренного москвича, а ныне жителя Чемала – Виктора Николаевича Павлова – на острове храм был вновь построен в немного уменьшенном размере, так что теперь вокруг небольшого храма можно пройти крестным ходом, дополнила архитектурную композицию колокольня с металлическими билами. Также был восстановлен мост на острове. Только теперь он сделан не с восточной, а с южной стороны острова, и не на лиственничных подпорках, а на стальных тросах» [2, с. 35–36].

С 2001 г. этот остров является женским скитом Барнаульского Знаменского монастыря. На самом острове никто не живет, но здесь можно увидеть монахинь в темных одеяниях и с покрытой головой. Храм действующий, кельи монашек, а их в монастыре около десятка, находятся с левой стороны на подходе к подвесному мосту. В одном из путеводителей, написанном для туристов, посетивших Чемальский район, сказано, что «остров

был назван Патмасом потому, что в 1855 г. он был освещен епископом Парфением в честь ученика Иисуса Христа – апостола Иоанна Богослова. Ему в Средиземном море на острове с таким же названием было явлено Господом откровение, позволившее написать Апокалипсис» [6, с. 22].

История храма, перенесенного на остров, называемый местными Плач-скала, связана с первым миссионерским храмом Иоанна Богослова. Он был построен в с. Чемал в 1855 г., затем рядом в 1914 г. была открыта новая церковь «Всех Скорбящих Радость», а в 1915 г. рядом здание женской второклассной школы. Эта школа в советское время стала средней школой с. Чемал. Первый храм стал пустовать, так как появился другой, новый, и решено было старый храм перенести на остров Патмос. На скале расчистили площадку и 9 августа 1915 г. установили храм Иоанна Богослова. Тогда этому храму, освещенному епископом Иннокентием Бийским, было 60 лет, и он просуществовал до 1926–1927 гг.

Остров Патмос связан с именем двух отцов Макариев. Дело в том, что в истории Чемальского миссионерского стана Макариев было двое. Они в разное время служили в Чемальском стане, и каждый из них сыграл свою роль в деятельности Алтайской духовной миссии. По воспоминаниям старожилов Чемала, поколение их дедов и отцов называли остров «Макарьевским» – в честь о. Макария (Глухарева), являвшегося первооткрывателем Чемальского миссионерского стана, и Макария (Невского), прожившего здесь 15 лет. В последний раз о. Макарий Невский был на острове Патмос в 1916 г. [6, с. 22].

В 2015 г. в г. Горно-Алтайске у впадения р. Улалушки в р. Майма был установлен поклонный крест по случаю 185-летия основания Алтайской духовной миссии. Этот проект позволил утвердить дату начала миссионерской деятельности в Горном Алтае. Событие в Республике Алтай было актуализировано приездом Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Кирилла в сопровождении представителей Московской Патриархии митрополита Санкт-Петербургского и Ладожского Варсонофия и епископа Солнечногорского Сергия [5, с. 261–262]. СМИ широко освещали его по всем телевизионным и радиопрограммам. Пресс-служба главы РПЦ сообщала, что 19 сентября 2015 г. патриарх Кирилл посетил архиерейское подворье в с. Чемал, храм святителя Макария, монашескую женскую общину и Иоанно-Богословский скит на острове Патмос на р. Катунь. Затем 20 сентября в г. Горно-Алтайске патриарх Кирилл провёл тор-

жественное богослужение и освятил поклонный крест у слияния рек Майма и Улалушка [4].

Таким образом, среди постоянно увеличивающегося числа видов и форм туризма этноконфессиональный туризм способен занять ведущее место в Республике Алтай, о чем свидетельствуют туристические путеводители и справочники, пользующиеся большим спросом среди туристов. Результаты изучения темы позволяют определить перспективу функционирования этноконфессионального туризма как нового современного направления. Специфика изучаемого региона проявляется в том, что основным центром этноконфессионального туризма является с. Чемал благодаря своей доступности, благоприятным климатическим условиям, культурно-историческим объектам с высокой степенью привлекательности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Архив Музея антропологии и этнографии РАН. Ф. 11. Оп. 1. № 81.
2. Крейдун Ю.А. Чемальский миссионерский стан // Макарьевские чтения: сб. науч. ст. шестой междунар. конф. / отв. ред. В.Г. Бабин. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. С. 28–37.
3. Кыдыева В.Я. Чемал – лечебница, зона отдыха и туризма в XX в. // Г.Н. Потанин и народы Алтае-Саянского горного региона: через поколения в будущее: сб. науч. ст. / редкол. Ю.В. Антарадонов, Н.В. Екеев. Горно-Алтайск: Горно-Алт. тип., 2005. С. 246–258.
4. Святейший Патриарх Кирилл освятил поклонный крест на месте основания Алтайской духовной миссии // Русская православная церковь. 2023. URL: <http://www.patriarchia.ru/db/text/4226504.html> (дата обращения: 21.08.2023).
5. Тадина Н.А. Памятный знак на месте основания Алтайской духовной миссии // Макарьевские чтения: материалы междунар. конф. / отв. ред. А.П. Адлыкова. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2017. С. 261–264.
6. Тадина Н.А. Православная святыня «Патмос» как туристический бренд Чемала // Макарьевские чтения: сб. науч. ст. шестой междунар. конф. / отв. ред. В.Г. Бабин. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. С. 19–24.
7. Тадина Н.А. Село Чемал как этнокультурный центр по архивным материалам Кунсткамеры Санкт-Петербурга // История и современность Чемальского района, посвященной 15-летию образования района: материалы науч.-практ. конф. / отв. ред. Е.П. Маточкин. Горно-Алтайск: Национальный музей Республики Алтай им. А.В. Анохина, 2008. С. 29–33.

REFERENCE:

1. *Arhiv Muzeya antropologii i etnografii RAN* (Archive of the Museum of Anthropology and Ethnography of the Russian Academy of Sciences), f. 11, op. 1, no. 81. (In Russ.).
2. Kreidun Yu.A. Chemalsky missionary camp, in *Makar'evskie chteniya: sb. nauch. st. shestoi mezhdunar. konf.* (Makariev readings: collection of scientific articles of the sixth International conference), V.G. Babin, Ed. Gorno-Altaysk: RIO GASU, 2008, pp. 28–37. (In Russ.).
3. Kydieva V.Ya. Chermal – a medical clinic, a recreation and tourism zone in the XX century, in *G.N. Potanin i narody Altae-Sayanskogo gornogo regiona: cherez pokoleniya v budushchee: sb. nauch. st.* (G.N. Potanin and the peoples of the Altai-Sayan mountain region: through generations into the future: collection of scientific articles), Yu.V. Antaradonov, N.V. Ekeev, Ed. Gorno-Altaysk: Gorno-Altaysk Printing House, 2005, pp. 246–258. (In Russ.).
4. His Holiness Patriarch Kirill consecrated the cross of worship at the site of the foundation of the Altai Spiritual Mission. *Russkaya pravoslavnaya tserkov'*. Available at: <http://www.patriarchia.ru/db/text/4226504.html> (accessed: 21.08.2023). (In Russ.).
5. Tadina N.A. Memorial sign at the site of the foundation of the Altai Spiritual Mission, in *Makar'evskie chteniya: materialy mezhdunar. konf.* (Makariev readings: materials of the international conference), A.P. Adlykov, Ed. Gorno-Altaysk: RIO GASU, 2017, pp. 261–264. (In Russ.).
6. Tadina N.A. Orthodox shrine «Patmos» as a tourist brand of Chermal, in *Makar'evskie chteniya: sb. nauch. st. shestoi mezhdunar. konf.* (Makariev readings: collection of scientific articles of the sixth International conference) V. G. Babin, Ed. Gorno-Altaysk: RIO GASU, 2008, pp. 19–24. (In Russ.).
7. Tadina N.A. Chermal village as an ethnocultural center based on archival materials of the Kunstkamera of St. Petersburg, in *Istoriya i sovremenost' Chermal'skogo raiona, posvyashchennoi 15-letiyu obrazovaniya raiona: materialy nauch.-prakt. konf.* (History and modernity of the Chemalsky district, dedicated to the 15th anniversary of the formation of the district: materials of scientific and practical conf.), E.P. Matochkin, Ed. Gorno-Altaysk: National Museum of the Altai Republic named after A.V. Anokhin, 2008, pp. 29–33. (In Russ.).

CHEMAL AS A CENTER OF ETHNOLOGICAL-CONFESSIONAL TOURISM IN THE ALTAI REPUBLIC

N.A. Tadina

The promising "Big Altai Program" is being developed in the south of Western Siberia. The concept of "Big Altai" covers the regions unique for tourism – Gorny Altai (the Altai Republic) Rudny Altai (Altai Territory), Sayano-Altai (the Republic of Khakassia and the Republic of Tyva), Gobi Altai and Mongolian Altai (Mongolia). Based on the collected information, the development of ethnological-confessional tourism in the Altai Republic is highlighted by the author. In modern conditions of globalization, it takes place the unification and commercialization of ethnic culture of the Altaians (the titular ethnic group of the republic), Russians (the ethnic majority of the region), and Kazakhs as a local large diaspora.

In changing tendencies of the Russian society development, there is a belief that through ethnic tourism it is possible to return to ancient national traditions. For the local population and specialists involved in tourism services, it is an active factor of regional development, a source of employment. For the guests, ethnological-confessional tourism represents both an attractive sphere of communication and a direct entry into an unknown and little-known culture. According to the archival materials by the collector A.V.Anokhin, referring to the beginning of the last century and stored in the Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera) in St. Petersburg, the Altai regional tourism has a 100-year history.

In the XIX century, the Altai Spiritual Mission was founded in the village of Chemal, which now-days has become the center of modern ethnological-confessional tourism in the region. In 2000, the Church of St. John the Theologian was restored on the Patmos rock near the Katun River, which became an Orthodox shrine that attracts tourists. The island of Patmos is associated with two priests by name of Makarius who served in the Chemal camp at different times. The locals called the island Makarievsky, since Father Makarius (Glukharev), the founder of the camp, was the first; and later, in 1916, there served Father Makarius (Nevsky). The history of the village of Chemal determined the restoration of Orthodox shrines, turning this village into a center of ethnological-confessional tourism in the Altai Republic.

Keywords: Altai, republic, tourism, Chemal, Patmos, research.

Reference: Tadina N.A. Chemal as a center of ethnological-confessional tourism in the Altai Republic. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 85–89. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-85-89.

Поступила в редакцию 15.11.2023

Принята к публикации 18.12.2023

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научная статья
УДК 636.08(571.621)

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Я.И. Бужор

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: buzhor.yana27@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1362-9354>

В статье на основе анализа статистических показателей за 1990–2021 гг. выявлена отрицательная динамика развития животноводства в Еврейской автономной области. При рассмотрении показателей численности поголовья крупного рогатого скота, свиней, овец и коз применяются вертикальный и горизонтальный методы, что позволяет провести объективную оценку динамики развития животноводческой отрасли. Отмечено, что в 90-х годах прошлого века область являлась крупным производителем сельскохозяйственной продукции, что позволяло обеспечивать не только территорию региона продукцией сельского хозяйства, но и другие дальневосточные территории. В последние несколько десятилетий сельское хозяйство в области претерпело существенные изменения, тем самым оказывая отрицательное влияние на экономику региона. Определяется, что развитие отраслей животноводства в области, в связи с его капиталоемкостью, осложняется отсутствием крупных производителей. Проведенный анализ посевных площадей кормовых культур показывает, что отрицательная динамика производства кормов для крупного рогатого скота выступает в качестве одной из ведущих причин падения его поголовья. Обосновывается, что снижение численности населения в сельской местности является одной из возможных причин сокращения поголовья скота. Делается вывод о том, что преобладающими сельхозпроизводителями в ЕАО считаются хозяйства населения.

Отмечается, что современные варианты предоставления государственной поддержки для развития сельского хозяйства области не способствуют повышению рентабельности отрасли на территории региона. Для стабильного развития животноводства, которое позволит обеспечить производство необходимой для населения сельскохозяйственной продукции, обосновывается необходимость создания крупных животноводческих предприятий с участием агрохолдингов.

Ключевые слова: животноводство, сельское хозяйство, производство сельскохозяйственной продукции, поголовье скота, посевные площади.

Образец цитирования: Бужор Я.И. Динамика развития животноводства в Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 4. С. 90–98. DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-90-98.

Сельское хозяйство является одной из самых крупных и важных отраслей в экономике России [22]. Доля сельского хозяйства в ВВП страны составляет 4,4%, число занятых в этой сфере экономики – около 10% [4]. На данный момент, исходя из условий международных экономических санкций, перед Российской Федерацией стоит задача по импортозамещению некоторых отраслей реального сектора экономики. Одним из важных приоритетных направлений является развитие сельского хозяйства РФ, в частности, животноводства.

На сегодняшний день агропромышленная сфера России является важной отраслью экономики страны. В валовом внутреннем продукте страны его доля составляет 4,7% [20]. При этом отмечается неравномерность размещения отрасли по территории страны в связи с разнообразными природно-климатическими условиями. Наибольшее развитие она получила в южных регионах РФ. Для территории Дальневосточного федерального округа аграрная отрасль представлена прежде всего отраслями животноводства в связи с суровыми

агроклиматическими условиями. Наиболее благоприятные условия характерны для юга Дальнего Востока, однако производство сельскохозяйственной продукции носит неравномерный характер.

Одним из субъектов ДФО, который обладает относительно благоприятными агроклиматическими условиями и значительными площадями сельскохозяйственных угодий, является Еврейская автономная область. В последние несколько десятилетий сельское хозяйство в области претерпело существенное сокращение, тем самым оказывая отрицательное влияние на экономику региона, в то время как в 90-х гг. оно занимало лидирующие позиции. Рассматривая ВРП ЕАО, можно отметить, что доля сельского хозяйства в 1994 г. составляла 24,6%, а в 2021 г. 8,2% [11, 25]. При сравнении показателей прослеживается падение ВРП в области в 3 раза (данные о доле сельского хозяйства в ВРП с 1990 по 1993 гг. не приведены в связи с их отсутствием). Объем сельскохозяйственной продукции на начало 1995 г. составлял 344,8 млн. руб. Из общего объема на долю растениеводства приходилось 187,1 млн. руб. или 54%, а животноводства 157,7 млн. руб. (46%). В 2021 г. доля продукции животноводства составляла уже 24%, а растениеводства 76% [18]. Таким образом, мы видим, что в структуре сельскохозяйственной отрасли ЕАО наблюдается снижение доли животноводческой продукции.

Актуальность рассмотрения динамики развития животноводства в Еврейской автономной области определяется необходимостью решения экономических проблем, которые направлены на повышение уровня сельскохозяйственных показателей, а именно животноводства и посевных площадей кормовых культур в области. Аграрный сектор экономики Еврейской автономной области на сегодняшний день претерпевает серьезные трудности и является одной из главных проблемных отраслей. Динамике поголовья скота и посевных площадей кормовых культур из общего фонда посвящено недостаточное количество публикаций, поэтому основой для статистических данных послужили статистические сборники [1, 16–25], материалы Росстата, а также статьи за период 1990–2021 гг. Опорными источниками являлись научные статьи, касающиеся сельского хозяйства в ЕАО, таких авторов, как Т.Е. Кодякова, С.Н. Мищук, Е.В. Стельмах [8, 10, 26].

Целью данного исследования является анализ динамики развития животноводства в ЕАО. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: рассмотреть показа-

тели поголовья КРС, свиней, овец и коз и посевных площадей кормовых культур в ЕАО с 1990 по 2021 гг.; определить, во сколько раз изменились статистические показатели животноводства и посевных площадей кормовых культур в ЕАО; проанализировать зависимость между показателями поголовья КРС и посевными площадями кормовых культур.

Еврейская автономная область обладает достаточными почвенно-климатическими условиями для развития сельского хозяйства. Длительный вегетационный период и высокая годовая сумма положительных температур, а также обилие осадков в тёплый период года позволяют выращивать широкий ассортимент сельскохозяйственных культур, включая зерновые и зернобобовые, овощи, картофель и бахчевые.

Основными отраслями сельского хозяйства в области в 90-е годы были мясное и молочное животноводство, а также птицеводство [2]. Эти отрасли вносили значительный вклад в развитие сельского хозяйства и обеспечение жителей региона мясом, молоком и другими продуктами. В 1990 г. производство мяса в убойном весе составляло 10,6 тыс. т, а молока производилось 104,6 тыс. т. Поголовье КРС в 2013 г. сократилось на 15%, свиней на 10% и птицы на 31%. Также сократилось и производство продукции животноводства: мяса на 10%, молока на 29% и яиц на 54% [11]. На 2020 г. по зерну, мясу и мясопродуктам, молоку и молокопродуктам в области отмечается недостаток производства [26]. Так, по зерну необходимый объем составляет 16,9 тыс. т, а фактическое производство всего 8,8 тыс. т. Необходимый объем мяса и мясопродуктов составляет 8,4 тыс. т, а фактическое производство 1,2 тыс. т, объем молока и молокопродуктов должен составлять 40,7 тыс. т, фактически произведено – 9,4 [26]. Вместе с тем отмечают достаточно высокие показатели производства по картофелю, однако следует отметить, что большая доля производства – 92% (31,8 тыс. т) приходится на хозяйства населения. Эта же ситуация касается товарных позиций яйцо, овощи и бахчевые [26]. В положительной динамике остается производство сои. Так, среди южных субъектов ДФО, где происходит выращивание сои, максимальные площади под данной культурой от общей площади посевных площадей региона заняты в Еврейской автономной области – 81,5% [9]. К 2021 г. отмечается падение производства мяса до 0,9 тыс. т, а молока до 9,5 тыс. т [1]. Исходя из этих данных, мы видим, что количество продукции весомо снизилось: мясо в 11,8 раз, а молоко в 11 раз.

С учетом установленных норм потребления продукции животноводства и фактических объемов можно без сомнений говорить о дефиците данной продукции. В соответствии с данными официальных источников годовая норма потребления мяса на душу населения составляет 74 кг, но фактический объем потребления уменьшился до 53 кг, что в 1,4 раза меньше [13, 14]. Дефицит в продукции собственного производства связан с тем, что в настоящее время сельское хозяйство Еврейской автономной области представлено лишь мелкими КФХ, чья производительность недостаточна для обеспечения потребностей области [5].

Животноводство – капиталоемкая отрасль, поскольку требует весомых вложений на корма, спецтехнику, строительство ферм, комплексов, а также оплату труда рабочим. Такие финансовые вложения, к сожалению, недоступны местным фермерам из-за финансовых трудностей. Возможности в получении банковских кредитов также ограничены в связи с отсутствием залоговой базы [3].

Анализируя динамику развития животноводства с 1990 по 2021 гг., мы отмечаем значительное снижение поголовья скота, а именно крупного рогатого скота, свиней, овец и коз. Также произошло значительное сокращение посевных площадей кормовых культур (табл. 1).

Сравнивая показатели поголовья крупного рогатого скота, можно заметить, что самый высокий показатель приходился на 1990 г., он составляет 96,6 тыс. голов, а с 2003 по 2008 гг. прослеживается нестабильная ситуация с последующим падением к 2021 г. до 6,3 тыс. голов. Таким образом, мы видим снижение поголовья крупного рогатого скота в 15 раз. Вероятно, развитие скотоводства на территории области как одного из самых капиталоемких отраслей животноводства является нерентабельным, так как требует присутствия крупных животноводческих корпораций.

Далее проанализируем динамику показателя поголовья свиней. В 1990 г. зафиксирован самый высокий показатель – 46,2 тыс. голов. Далее мы видим резкий спад: в 2019 г. количество голов составляло 6,9 тыс., к 2020 г. оно уменьшилось в 6,3 раза. Вероятной причиной снижения поголовья свиней в ЕАО послужили эпидемии африканской чумы. Сравнивая 1990 и 2021 гг., мы можем заметить, что показатель поголовья свиней снизился в 38,5 раз.

Следующими рассмотрим статистические данные поголовья овец и коз. Самый высокий показатель был отмечен в 2010 г., он составил

6,3 тыс. голов, а самый низкий в 2015 г. – 3,2 тыс. Анализируя статистические данные показателя поголовья овец и коз в период с 1990 по 2021 гг., можно сделать вывод о том, что количество голов увеличилось в 0,97 раз. Вероятно, разведение мелкого рогатого скота в ЛПХ является достаточно выгодным для населения в плане обеспечения домохозяйств молоком, мясом и шерстью.

Далее рассмотрим показатели посевных площадей кормовых культур, которые непосредственно связаны с развитием животноводства в Еврейской автономной области. Самый высокий показатель был в 1990 г., он составил 52,5 тыс. га., но к 2021 г. количество сильно сократилось и составило 0,5 тыс. га. Проанализировав, можно сделать вывод о том, что объем посевных площадей кормовых культур резко снизился – в 105 раз. Это говорит о том, что севооборот кормовых культур в области практически сошел к нулю. Для рассмотрения взаимозависимости между поголовьем скота и кормовыми культурами был проведен корреляционный анализ, результат которого составил 0,93%, что указывает на прямую зависимость между уменьшением поголовья крупного рогатого скота и посевных площадей кормовых культур.

Таким образом, проведя анализ динамики развития животноводства и посевных площадей кормовых культур, можно сделать вывод о том, что отрасль сельского хозяйства ЕАО сталкивается с ухудшением ситуации из года в год. Количество поголовья скота сокращается, за исключением овец и коз, в отношении которых наблюдается небольшой прирост.

Для полноты анализа динамики развития животноводства необходимо обратить внимание на сельскохозяйственных производителей области (табл. 2).

Рассмотрев статистические данные поголовья скота по категориям хозяйств, можно сделать вывод о том, что преобладающими сельхозпроизводителями в ЕАО являются хозяйства населения. За исключением показателя поголовья свиней, в котором все же лидируют сельскохозяйственные организации, хозяйства населения имеют неплохую динамику в развитии. Стоит отметить, что хоть КФХ и не выделяются своими высокими показателями, но в сравнении с предыдущими годами они начинают постепенно развиваться.

С 1990 до 1999 гг. посевные площади кормовых культур сократились почти в 8 раз. Основным фактором, послужившим снижению числа кормовых культур, стало банкротство сельскохозяйственных предприятий и фермеров, произо-

Динамика показателей поголовья скота и посевных площадей
кормовых культур в Еврейской автономной области

Dynamics of cattle livestock and crops areas indicators in the Jewish Autonomous Region

Годы	Поголовье крупного рогатого скота (тыс. голов)	Поголовье свиней (тыс. голов)	Поголовье овец и коз (тыс. голов)	Посевные площади кормовых культур (тыс. тонн)
1990	96,6	46,2	3,5	52,5
1991	96,6	46,2	3,5	*
1992	*	*	*	*
1993	*	*	*	*
1994	*	*	*	*
1995	56,7	23,0	4,8	31,2
1996	42,8	20,8	4,3	21,9
1997	29,7	17,7	4,2	17,4
1998	29,7	17,7	3,9	9,0
1999	23,4	16,7	4,9	6,8
2000	22,8	21,0	4,7	8,1
2001	21,8	15,5	4,7	6,5
2002	19,7	14,3	5,0	6,6
2003	19,7	13,4	5,2	6,3
2004	20,2	14,9	5,9	5,9
2005	18,5	14,1	5,8	3,6
2006	15,2	15,7	5,9	3,5
2007	16,5	17,7	6,0	4,8
2008	17,4	19,7	6,0	8,1
2009	16,7	20,0	5,9	7,5
2010	15,8	21,1	6,3	12,4
2011	14,6	22,8	5,7	6,4
2012	12,2	19,0	4,5	5,8
2013	10,4	17,6	4,2	5,9
2014	8,5	13,5	4,5	4,9
2015	7,8	12,9	3,2	1,7
2016	7,4	12,0	3,3	1,7
2017	7,0	10,9	3,5	1,4
2018	6,7	9,8	3,7	1,2
2019	6,9	6,9	3,5	1,0
2020	6,7	1,1	3,4	1,0
2021	6,3	1,2	3,6	0,5

Примечание: * – данные показатели не отражены в связи с отсутствием статистической информации

Таблица 2

Поголовье скота по категориям хозяйств Еврейской автономной области в 1995 г. и 2019 г., %

Table 2

Cattle livestock by categories of farms at the Jewish Autonomous Region in 1995 and 2019, %

	Сельскохозяйственные организации, %		Хозяйства населения, %		КФХ, %	
	1995	2019	1995	2019	1995	2019
КРС	71	9,1	28	67,1	0	23,8
Свиньи	22	63,2	75	34,7	0	2,1
Овцы и козы	0	6,1	97	88,8	3	5,1

шедшее в результате дефолта 1998 г. [6]. В связи с сокращением к 1999 г. численности скота уменьшилась и площадь кормовых культур – более чем в 7 раз, однако с 2008 г. отмечается небольшой рост площадей [6]. Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что в Еврейской автономной области посевные площади кормовых культур на данный момент практически отсутствуют, в результате чего снижается и количество поголовья крупного рогатого скота.

Следовательно, уменьшается и производство продукции животноводства. Так, поголовье крупного рогатого скота в 2021 г. в сравнении с 1990 г. сократилось в 15 раз, поголовье свиней сократилось в 38,5 раз, а площади посевных кормовых культур в 105 раз. И лишь поголовья овец и коз увеличились в 0,97 раз. Все эти факторы негативно сказываются на экономике области. Такие показатели животноводства свидетельствуют о возможной продовольственной зависимости страны извне. Кроме того, они создают препятствия для обеспечения продовольственной безопасности в Еврейской автономной области.

Возможно, снижение численности населения в сельской местности является одной из причин сокращения поголовья скота. В табл. 3 рассмотрим сельскую численность населения ЕАО.

На сегодняшний день в области осуществляется государственная поддержка сельского хозяйства на федеральном и региональном уровнях: приоритетный национальный проект «Развитие АПК», региональная программа «Агростартап» и областные программы по поддержке и развитию сельского хозяйства области. В рамках данных проектов через субсидирование осуществляется приобретение техники, племенного скота, современного семенного фонда и минеральных удобрений,

а также возмещается часть затрат на оплату процентов по кредитам. Предоставляются субсидии на приобретение или строительство жилья для молодых семей и молодых специалистов на селе [9]. Однако данные статистики показывают, что данных мер недостаточно для восстановления животноводческой отрасли.

Таблица 3

Численность сельского населения в Еврейской автономной области

Table 3

Rural population number in the Jewish Autonomous region

Годы	1989	2002	2010	2015	2021
тыс. чел.	73,0	63,0	56,7	53,5	49,6

Таким образом, рассмотрев динамику поголовья сельскохозяйственных животных и площадей кормовых культур, можно сделать следующие выводы:

- продолжается снижение поголовья КРС, свиней на территории области;
- отмечается небольшой рост поголовья мелкого рогатого скота в ЛПХ населения;
- площади кормовых культур на территории области продолжают сокращаться;
- для стабильного развития животноводства с целью производства необходимой для населения сельскохозяйственной продукции и в связи с капиталоемкостью отрасли требуется создание крупных животноводческих предприятий с участием агрохолдингов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Еврейская автономная область в цифрах: краткий стат. справочник. Биробиджан: Комстат ЕАО, 2001. 130 с.
2. Еврейская автономная область. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Еврейская_автономная_область#Сельское_хозяйство (дата обращения: 04.07.2023).
3. Животноводство остается проблемной отраслью в ЕАО – эксперт. URL: <https://www.myasoportal.ru/news/news-branchs/zhivotnovodstvo-ostaetsya-problemnoy-otraslyu-v-eao-ekspert/> (дата обращения: 04.07.2023).
4. За счет чего живет Россия. URL: <https://inosmi.ru/20131114/214780815.html#:~:text=Доля%20сельского%20хозяйства%20в%20ВВП,этой%20сфере%20экономики%20составляет%2010%25> (дата обращения: 04.07.2023).
5. Иванченко М.А., Кельнер Т.А., Юркин М.О. Проблемы сельского хозяйства в Еврейской автономной области // Science Time. 2016. С. 336–346. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-selskogo-hozyaystva-v-evreyskoy-avtonomnoy-oblasti> (дата обращения: 06.07.2023).
6. Калинина И.В. Перспективы развития сельской местности еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 2. С. 102–108. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-selskoy-mestnosti-evreyskoy-avtonomnoy-oblasti> (дата обращения: 06.07.2023).
7. Кодякова Т.Е. К проблеме рисков в сельском хозяйстве Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2015. Т. 18, № 2. С. 71–74. URL: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/87> (дата обращения: 04.07.2023).
8. Кодякова Т.Е. Обеспечение населения Еврейской автономной области продукцией животноводства собственного производства // Региональные проблемы. 2014. Т. 17, № 1. С. 68–70. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-naseleniya-evreyskoy-avtonomnoy-oblasti-produktsiyey-zhivotnovodstva-sobstvennogo-proizvodstva> (дата обращения: 05.07.2023).
9. Мищук С.Н., Калинина И.В., Соколова Г.В., Фетисов Д.М. Сельское хозяйство и социально-экономическое развитие сельской местности в приграничье // Экономика сельского хозяйства России. 2017. № 8. С. 68–76.
10. Мищук С.Н., Цуцукян С.В. Уровень самообеспечения продовольственными товарами регионов Дальнего Востока // Современные проблемы регионального развития: тезисы VI Междунар. науч. конф. / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРПИ ДВО РАН, 2016. С. 448–452. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28137882_58454873.pdf (дата обращения: 06.07.2023).
11. Мониторинг СЭР Еврейской автономной области (январь 2023). URL: <https://vostokgospplan.ru/wp-content/uploads/evrejskaja-avtonomnaja-oblast.pdf> (дата обращения: 05.07.2023).
12. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/B04_34/Main.htm (дата обращения: 05.07.2023).
13. Потребление мяса и мясопродуктов на душу населения по регионам России в 2019 году. URL: <https://миркарт.рф/карты?id=277> (дата обращения: 06.07.2023).
14. Приказ от 19 августа 2016 года № 614 Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания (с изменениями на 30 декабря 2022 года). URL: <https://docs.cntd.ru/document/420374878?marker=6500IL> (дата обращения: 06.07.2023).
15. Программа «Агростартап» в Еврейской автономной области. URL: <https://gogov.ru/agrostartap/eao> (дата обращения: 05.07.2023).
16. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2019: стат. сб. М.: Росстат, 2019. 766 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Reg_sub19.pdf (дата обращения: 05.07.2023).
17. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2021: стат. сб. М.: Росстат, 2021. 766 с. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b21_14s/Main.htm (дата обращения: 04.07.2023).
18. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2022: стат. сб. М.: Росстат, 2022. 853 с. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Sub_2022.pdf (дата обращения: 04.07.2023).
19. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации – 2015 г. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/B15_14s/Main.htm (дата обращения: 04.07.2023).
20. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Р32 стат. сб. М.: Росстат, 2022. 1122 с. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/>

mediabank/Region_Pokaz_2022.pdf (дата обращения: 04.07.2023).

21. Регионы России. Социально-экономические показатели – 2011 г. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14p/main.htm (дата обращения: 03.07.2022).
 22. Сельскохозяйственная промышленность. URL: <https://www.agroprod mash-expo.ru/ru/ui/17157/> (дата обращения: 05.07.2023).
 23. Социально-экономические характеристики г. Биробиджана и районов Еврейской автономной области: стат. сб. Биробиджан: Комстат ЕАО, 2001. 143 с.
 24. Статистический ежегодник Еврейской автономной области: стат. сб. Ч. 2. Биробиджан: Комстат ЕАО, 2003. 208 с.
 25. Статистический ежегодник Еврейской автономной области: стат. сб. Ч. 2. Биробиджан: Еврстат, 2005. 201 с.
 26. Стельмах Е.В. Оценка продовольственной независимости Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 3. С. 146–148. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49462841_91198251.pdf (дата обращения: 05.07.2023).
- REFERENCES:
1. *Evreiskaya avtonomnaya oblast' v tsifrakh: kratkii stat. spravochnik* (The Jewish Autonomous Region in numbers: a brief stat. guide). Birobidzhan: Comstat of the Jewish Autonomous Region, 2001. 130 p. (In Russ.).
 2. *Evreiskaya avtonomnaya oblast'* (The Jewish Autonomous Region). Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Jewish_Autonomous_Region#Farm (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 3. *Zhivotnovodstvo ostaetsya problemnoi otrasl'yu v EAO – ekspert* (Animal husbandry remains a problematic industry in the EAO – expert). Available at: <https://www.myaso-portal.ru/news/news-branches/zhivotnovodstvo-ostaetsya-problemnoy-otraslyu-v-eao-ekspert/> (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 4. *Za schet chego zhivet Rossiya* (At the expense of what Russia lives). Available at: <https://inosmi.ru/20131114/214780815.html#:~:text=The share of %20selsky%20 farm%20b%20BVP,this%20 sphere%20economics%20 is%2010%25> (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 5. Ivanchenko M.A., Kellner T.A., Yurkin M.O. Problems of agriculture in the Jewish Autonomous Region. *Science Time*, 2016, pp. 336–346. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-selskogo-hozyaystva-v-evreyskoy-avtonomnoy-oblasti> (accessed: 06.07.2023). (In Russ.).
 6. Kalinina I.V. Prospects for the Development of Rural Areas in the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2013, vol. 16, no. 2, pp. 102–108. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-selskoy-mestnosti-evreyskoy-avtonomnoy-oblasti> (accessed: 06.07.2023). (In Russ.).
 7. Kodyakova T.E. To the Problem of Risks in Agriculture of Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2015, vol. 18, no. 2, pp. 71–74. Available at: <http://regional-problems.ru/index.php/RP/article/view/87> (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 8. Kodyakova T.E. Local Livestock Products and Consumption in the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2014, vol. 17, no. 1, pp. 68–70. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-naseleniya-evreyskoy-avtonomnoy-oblasti-produktsiy-zhivotnovodstva-sobstvennogo-proizvodstva> (accessed: 05.07.2023). (In Russ.).
 9. Mishchuk S.N., Kalinina I.V., Sokolova G.V., Fetisov D.M. Agriculture and socio-economic rural development in the border areas. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, 2017, no. 8, pp. 68–76. (In Russ.).
 10. Mishchuk S.N., Tsutsulyan S.V. Self-Sufficiency of Food Products of Regions in the Far East of Russia, in *Sovremennye problemy regional'nogo razvitiya: tezisy VI Mezhdunar. nauch. konf.* (Present Problems of Regional Development: materials of the VI International Scientific Conference), E.Ya. Frisman. Ed. Birobidzhan: ICARP FEB RAS, 2016, pp. 448–452. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_28137882_58454873.pdf (accessed: 06.07.2023). (In Russ.).
 11. *Monitoring SER Evreiskoi avtonomnoi oblasti (yanvar'2023)* (Monitoring of the development of the Jewish Autonomous Region (January 2023)). Available at: <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/evrejskaja-avtonomnaja-oblast.pdf> (accessed: 05.07.2023). (In Russ.).
 12. *Osnovnye kharakteristiki sub'ektov Rossiiskoi Federatsii* (The main characteristics of the subjects of the Russian Federation). Available at: https://www.gks.ru/bgd/regl/B04_34/Main.htm (accessed: 05.07.2023). (In Russ.).
 13. *Potreblenie myasa i myasoproduktov na dushu naseleniya po regionam Rossii v 2019 godu* (Consumption of meat and meat products per capita by

- regions of Russia in 2019). Available at: <https://mirkart.rf/karty?id=277> (accessed: 06.07.2023). (In Russ.).
14. *Prikaz ot 19 avgusta 2016 goda no. 614 Ob utverzhdenii Rekomendatsii po ratsional'nym normam potrebleniya pishchevykh produktov, otvechayushchikh sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya (s izmeneniyami na 30 dekabrya 2022 goda)* (Order N 614 of August 19, 2016 On Approval of Recommendations on Rational Norms of Food Consumption that Meet Modern Requirements of Healthy Nutrition (as amended on December 30, 2022)). Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420374878?marker=6500IL> (accessed: 06.07.2023). (In Russ.).
 15. *Programma «Agrostartap» v Evreiskoi avtonomnoi oblasti* (Agrostartap program in the Jewish Autonomous Region). Available at: <https://gogov.ru/agrostartap/ea0> (accessed: 05.07.2023). (In Russ.).
 16. *Regiony Rossii. Osnovnye kharakteristiki sub"ek-tov Rossiiskoi R32 Federatsii. 2019: stat. sb.* (Regions of Russia. The main characteristics of the subjects of the Russian Federation. 2019). Moscow: Rosstat Publ., 2019. 766 p. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Reg_sub19.pdf (accessed: 05.07.2023). (In Russ.).
 17. *Regiony Rossii. Osnovnye kharakteristiki sub"ek-tov Rossiiskoi R32 Federatsii. 2021: stat. sb.* (Regions of Russia. The main characteristics of the subjects of the Russian Federation. 2021). Moscow: Rosstat Publ., 2021. 766 p. Available at: https://www.gks.ru/bgd/regl/b21_14s/Main.htm (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 18. *Regiony Rossii. Osnovnye kharakteristiki sub"ek-tov Rossiiskoi R32 Federatsii. 2022: stat. sb.* (Regions of Russia. The main characteristics of the subjects of the Russian Federation. 2022). Moscow: Rosstat Publ., 2022. 853 p. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Sub_2022.pdf (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 19. *Regiony Rossii. Osnovnye kharakteristiki sub"ek-tov Rossiiskoi Federatsii – 2015 g.* (Regions of Russia. Main characteristics of the subjects of the Russian Federation – 2015). Available at: https://www.gks.ru/bgd/regl/B15_14s/Main.htm (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 20. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2022: R32 stat. sb.* (Regions of Russia. Socio-economic indicators – 2011). Moscow: Rosstat Publ, 2022. 1122 p. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2022.pdf (accessed: 04.07.2023). (In Russ.).
 21. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli – 2011 g.* (Regions of Russia. Socio-economic indicators – 2011). Available at: https://www.gks.ru/bgd/regl/b11_14p/main.htm (accessed: 03.07.2022). (In Russ.).
 22. *Sel'skokhozyaistvennaya promyshlennost'* (Agricultural industry). Available at: <https://www.agroprod mash-expo.ru/ru/ui/17157/> (accessed: 05.07.2023). (In Russ.).
 23. *Sotsial'no-ekonomicheskie kharakteristiki g. Birobidzhana i raionov Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. sb.* (Socio-economic characteristics of Birobidzhan and the districts of the Jewish Autonomous Region). Birobidzhan: Comstat of the Jewish Autonomous Region, 2001. 143 p. (In Russ.).
 24. *Statisticheskii ezhegodnik Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. sb. Ch. 2* (Statistical Yearbook of the Jewish Autonomous Region). Birobidzhan: Comstat of the Jewish Autonomous Region, 2003. 208 p. (In Russ.).
 25. *Statisticheskii ezhegodnik Evreiskoi avtonomnoi oblasti: stat. sb. Ch. 2* (Statistical Yearbook of the Jewish Autonomous Region). Birobidzhan: Evrstat Publ., 2005. 201 p. (In Russ.).
 26. Stelmach E.V. Assessment of Food Independence of the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2022, vol. 25, no. 3, pp. 146–148. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49462841_91198251.pdf (accessed: 05.07.2023). (In Russ.).

DYNAMICS OF CATTLE BREEDING DEVELOPMENT IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION

Y.I. Buzhor

The article, based on an analysis of statistical indicators of livestock farming in the Jewish Autonomous region for 1990–2021, reveals negative dynamics in the development of the industry. When considering the cattle livestock, including pigs, sheep and goats, vertical and horizontal methods are used. They provide an objective assessment of the livestock industry dynamics. It is noted that in the 90s of the last century the region was a fairly large producer of agricultural products, providing both the region and other areas of the Russian Far East with agricultural products. Over the past few decades, agriculture in the region has undergone a significant decline, negatively affecting the economy of the region. It is determined that the cattle breeding development in the region, which needs capital intensity, suffers from the lack of large manufactures. The forage crops sown areas analysis also shows negative dynamics. And this is one of the leading reasons for the cattle livestock decline. It is substantiated that the population outflow from rural areas results in the decline of agricultural production. To the author, the predominant agricultural producers in the Jewish Autonomous region are households. It is noted that modern state support options aimed at the regional agriculture development are not efficient enough. For its rise and development, the branch needs large cattle breeding enterprises and participation of agricultural holdings in the production process.

Keywords: *livestock farming, agriculture, agricultural production, livestock numbers, sown areas.*

Reference: Buzhor Y.I. Dynamics of cattle breeding development in the Jewish Autonomous Region. *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 4, pp. 90–98. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2023-26-4-90-98.

Поступила в редакцию 24.07.2023

Принята к публикации 18.12.2023

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).

Архивные материалы

Титульный список строительства, 1937 //ГАЕАО. Ф.Р-145. Оп. 1. Д. 19.
или (если у документа нет описания):

ГАЕАО. Ф.Р-145. Оп. 1. Д. 19.

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 российского 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; редактор(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., 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

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'no*

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.).

Архивные материалы

Титульный список строительства, 1937 //ГАЕАО. Ф.Р-145. Оп. 1. Д. 19.
или (если у документа нет описания):

ГАЕАО. Ф.Р-145. Оп. 1. Д. 19.

Транслитерация

Title list of construction, 1937. *GAEAO*, f.r-145, op. 1, d. 19. (In Russ.).

GAEAO, f.r-145, op. 1, d. 19. (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.