

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Сибирское отделение  
Институт географии им. В.Б. Сочавы

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО  
Иркутское областное отделение

## **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БИОТЫ: ТРАДИЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ**

Материалы Международной научной конференции,  
посвященной 85-летию со дня рождения  
д.г.н. Алексея Васильевича Белова  
и д.б.н. Валерия Федоровича Лямкина  
(Иркутск, 10–12 октября 2023 г.)

УДК 581.9+599(571.5)

ББК 28.58

К27

**Картографирование биоты: традиции и актуальные вопросы развития** / Под редакцией В.М. Плюснина, И.Н. Владимирова : Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора географических наук Алексея Васильевича Белова и доктора биологических наук Валерия Федоровича Лямкина (Иркутск, 10–12 октября 2023 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2023. – 118 с.

В сборнике публикуются материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора географических наук Алексея Васильевича Белова и доктора биологических наук Валерия Федоровича Лямкина. Рассмотрены теоретические и практические вопросы развития методов картографирования биоты, разработки и внедрения баз данных, особенностей современного преподавания предмета в вузах и некоторых исторических аспектов развития картографирования биоты.

Материалы адресованы геоботаникам, зоогеографам, картографам и другим специалистам, интересующимся современными проблемами картографирования биоты.

*Редакционная коллегия*

д.г.н. *И.Н. Владимиров* – предс., к.г.н. *Т.И. Знаменская*, к.г.н. *Д.В. Кобылкин*,  
д.г.н. *Л.М. Корытный*, д.г.н. *В.М. Плюснин* – предс., к.г.н. *В.А. Преловский*,  
к.г.н. *А.А. Сороковой*, к.г.н. *А.П. Софронов*, к.г.н. *А.И. Шеховцов*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В 2023 г. исполняется 85 лет со дня рождения доктора географических наук Алексея Васильевича Белова и доктора биологических наук Валерия Федоровича Лямкина, всю свою жизнь проработавших в Институте географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. В честь этого события было принято провести Международную научную конференцию «Картографирование биоты: традиции и актуальные вопросы развития», в рамках которой предстоит обсудить теоретические и практические проблемы развития методов картографирования растительности и животного населения, а также вспомнить юбиляров, внесших значительный вклад в развитие данного направления картографии.

Алексей Васильевич Белов – крупный ученый-ландшафтовед, географ, эколог и байкаловед, доктор географических наук, Почетный гражданин г. Иркутска. Родился Алексей Васильевич 28 августа 1938 г. в г. Ленинграде, где учился в Ленинградском государственном университете им. А.А. Жданова, а по его окончании в 1961 г. получил приглашение от своего учителя В.Б. Сочавы переехать в г. Иркутск. В 1975 г. возглавил созданную им лабораторию биогеографии, которой руководил до ее реорганизации в 2014 г. Значительной вехой в научной деятельности А.В. Белова является выпущенная под редакцией В.Б. Сочавы в 1972 г. карта «Растительность юга Восточной Сибири», которая до сих пор не теряет своей актуальности и научного значения, а также является основой для построения различных карт для многих поколений исследователей. Он также являлся инициатором и ведущим разработчиком «Экологической программы Иркутской области», членом Национального комитета картографов России, членом Русского географического общества. Автор более 300 научных работ по проблемам картографирования растительности, ее эволюционной динамике и рационального освоения природных ресурсов Иркутской области, Ангаро-Енисейского региона, зоны БАМа, охраны озера Байкал. А.В. Белов выполнял фундаментальные исследования и определял перспективные направления научных работ. Награжден орденом Дружбы, медалями «За доблестный труд», «За строительство Байкало-Амурской магистрали», «Ветеран труда».

Валерий Федорович Лямкин – известный ученый-зоолог, териолог, зоогеограф, эколог и байкаловед, доктор биологических наук. Родился Валерий Федорович 24 декабря 1938 г. в Иркутске, где в 1963 г. окончил Иркутский государственный университет им. А.А. Жданова. По распределению он был направлен в Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, где еще в студенчестве зарекомендовал себя исполнительным полевиком. В первые годы его научные интересы работы были связаны с изучением структуры предпосылок болезней, связанных с природной очаговостью и биотой ландшафтов, но с переходом в только что созданную лабораторию биогеографии они обращаются в сторону изучения зоогеографии, экологии и структуры населения мелких млекопитающих межгорных котловин Байкальской рифтовой зоны. Его обширная статья «Зоогеография млекопитающих и птиц Баргузинской котловины» (1977), основанная на материалах кандидатской диссертации, до сих пор является примером классического зоогеографического анализа слабоизученной территории и одним из первых опытов составления карт населения птиц и млекопитающих на основе карты геосистем. В последние годы работы активно разрабатывал идеологию сохранения и рационального использования биоты через ландшафтное планирование освоения территорий. В.Ф. Лямкиным опубликовано 135 научных работ по зоогеографическому картографированию, распространению, экологии и охране млекопитающих и герпетофауны Байкальского региона. В.Ф. Лямкин выполнял фундаментальные исследования, участвовал в организации и проведении экспедиционных работ в труднодоступных районах Сибири. Награжден орденом Дружбы, медалями «За доблестный труд», «За строительство Байкало-Амурской магистрали», «Ветеран труда».

к.г.н. *В.А. Преловский*, к.г.н. *А.П. Софронов*

# **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БИОТЫ: ТРАДИЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ**

## **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОЧАГОВ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КУРСКА**

*Арепьева Л.А., Казаков С.Г., Шевелёва К.А.*  
*Курский государственный университет, Курск*

Цель исследования – картографирование очагов борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и анализ их встречаемости в различных местообитаниях на территории г. Курска. Данное исследование проведено в рамках проекта “Картографирование очагов распространения борщевика Сосновского в Курской области” [1].

Для выявления и картографирования зарослей борщевика использовались следующие подходы и методы: анализ сведений об очагах борщевика, представленных в литературе, проведение маршрутных исследований, сбор данных от населения с использованием принципов «гражданской науки». Места произрастания, указанные в литературе и в поступивших от населения сообщениях, были обследованы участниками проекта. При обнаружении очагов инвайдера фиксировалась следующая информация: GPS-координаты, дата наблюдения, состояние местообитания: нарушенное, естественное, полустественное; тип местообитания: луг, лес, опушка, берег реки, обочина дороги, пустырь и т. д.; размер очага борщевика по 4-балльной шкале: 1 – единичные растения, 2 – заросли до 100 кв. м, 3 – от 100 кв. м до 1 га, 4 – больше 1 га. На основе этих данных создана карта очагов борщевика Сосновского в Курской области. [2, 4].

На территории г. Курска на середину мая 2023 г. обнаружено 62 очага *Heracleum sosnowskyi* (рис. 1). На карте показано, что большая их часть в настоящее время сосредоточена в северной части города. Это связано с тем, что в данном микрорайоне расположено учебное хозяйство Курской государственной сельскохозяйственной академии, где по сведениям жителей, борщевик выращивался во второй половине XX в., откуда стал распространяться. Из карты видно, что довольно много очагов сосредоточено в долине реки Кур, где для борщевика складываются благоприятные условия произрастания. Установлено [6], что в условиях лесостепи на плакорах инвайдер испытывает недостаток влаги, и поэтому чаще встречается в долинах рек и ручьёв с более влажными почвами. Особенно часто его заросли располагаются около мостов и насыпей плотин [7]. Этому способствуют богатые питательными веществами почвы, образующиеся в результате речных наносов из-за локального снижения скорости течения, а также периодические нарушения антропогенного и естественного характера (ремонтные работы, весенние разливы, ливни). Данные сооружения могут задерживать семена борщевика, переносимые течением.

В табл. 1 показана встречаемость очагов *Heracleum sosnowskyi* и их размеры в антропогенных, полустественных и естественных местообитаниях города. Больше всего очагов обнаружено в полустественных местообитаниях – 30 (48 %). Это экотопы, испытывающие незначительное антропогенное воздействие. К ним относятся луга, берега водоёмов, старые пустыри, луговины у дорог, овраги, лесополосы, опушки и леса под воздействием рекреации. В антропогенных местообитаниях (обочины дорог и прилегающие к ним территории, пустыри и участки около домов, гаражей и других построек, кладбища, канавы, участки под ЛЭП и около газорегуляторных пунктов) выявлен 21 очаг (34 %). В естественных местообитаниях (ненарушенные берега водоёмов, луга, балки, леса и опушки) обнаружено 11 очагов (18 %).

Таблица 1. Число очагов *Heracleum sosnowskyi* и их размеры в антропогенных, полустественных и естественных местообитаниях г. Курска.

Местообитания	Размер очагов <i>Heracleum sosnowskyi</i>				Всего
	единичные растения	до 100 кв. м	до 1 га	больше 1 га	
антропогенные	6	11	2	2	21
полустественные	12	8	10	-	30
естественные	4	5	2	-	11
Всего	22	24	14	2	62

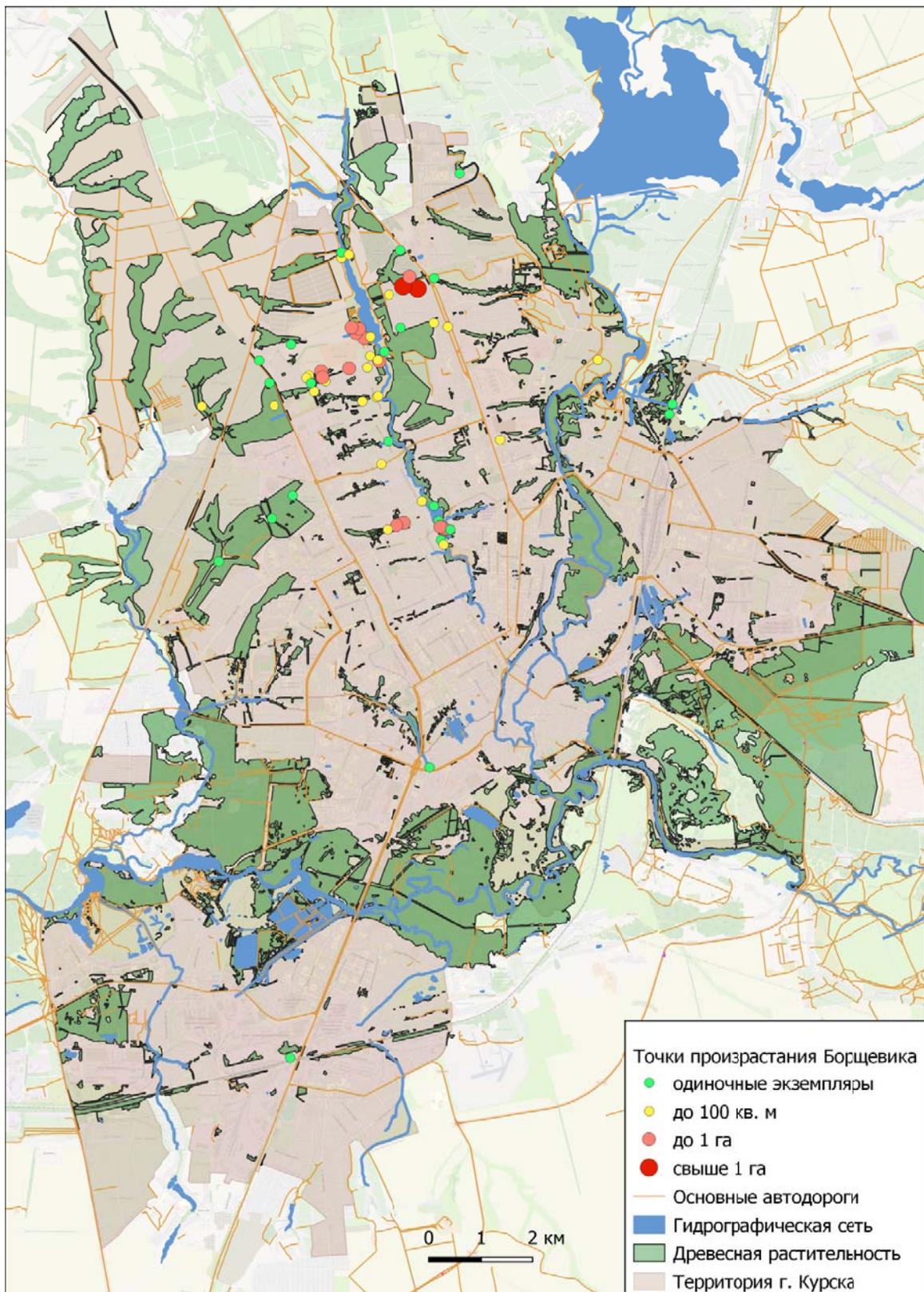


Рис. 1. Карта распространения *Heracleum sosnowskyi* на территории г. Курска.

Для сравнения приводим данные по распространению борщевика на территории всей Курской обл. [2]: антропогенные местообитания – 46 %, полуестественные – 41 %, естественные – 13 %. Наибольшее распространение зарослей борщевика в полуестественных местообитаниях в областном центре, по сравнению со всей территорией области, где преобладают очаги в антропогенных местообитаниях, можно объяснить тем, что на антропогенных экотопах города (обочинах дорог, участках около построек и др.) чаще проводятся мероприятия по ликвидации этого опасного растения, как муниципальными службами, так и жителями Курска. В связи с этим

на часто посещаемых и находящихся на виду городских территориях борщевик встречается реже, чем в полуестественных местообитаниях.

Распределение очагов *Heracleum sosnowskyi* по размеру на территории г. Курска следующее: преобладают небольшие очаги размером до 100 кв. м. – 24 (39 %) и единичные экземпляры – 22 (35 %), заросли средних размеров от 100 кв. м до 1 га представлены менее – 14 (23 %), крупных очагов размером больше 1 га обнаружено 2 (3 %). Эти данные отличаются от аналогичных показателей, выявленных для всей территории области, где распределение следующее: единичные растения – 15 %, очаги до 100 кв. м. – 29 %, от 100 кв. м до 1 га – 45 %, больше 1 га – 11 %. В области преобладают очаги средних размеров до 1 га, распространённые преимущественно у дорог, в деревнях и сёлах и их окрестностях, где ранее борщевик культивировался на полях. Преобладание в г. Курске небольших очагов и единичных растений борщевика также может быть связано с более частым проведением мероприятий по его ликвидации. Высокая частота встречаемости не обширных зарослей, а очагов небольших и средних размеров, являющихся в настоящее время преимущественным способом существования борщевика, отмечается и другими исследователями, что соответствует начальному этапу вторжения его в экосистемы [3, 5, 7].

Самые крупные очаги в городе обнаружены на участках под ЛЭП. Они тянутся на несколько сотен метров. Под ЛЭП периодически проводится расчистка от древесно-кустарниковой поросли, в результате чего образуются нарушенные, не покрытые растениями участки, необходимые для прорастания семян борщевика. В связи с этим территорию под ЛЭП борщевик легко заселяет и быстро распространяется на ней. Выявлено, что плотный травостой и дернина препятствуют попаданию плодов на поверхность почвы. В естественные местообитания *Heracleum sosnowskyi* внедряется, если в них есть непокрытые растениями эрозионные обнажения, рытвины, муравейники, тогда как в растительные сообщества с плотной неповреждённой дерниной он внедриться не может [8].

Таким образом, на территории г. Курска в настоящее время *Heracleum sosnowskyi* встречается в основном небольшими очагами и единичными экземплярами и распространяется преимущественно в полуестественных и нарушенных местообитаниях, нечасто посещаемых жителями. Созданная карта очагов борщевика на территории г. Курска позволит проводить мониторинг распространения этого опасного растения и разработать меры борьбы с ним.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арепьева Л.А., Арепьев Е.И., Казаков С.Г., Полуянов А.В., Скляр Е.А. О проекте «Картографирование очагов распространения борщевика Сосновского в Курской области» // Разнообразие растительного мира. – 2020. – № 3 (6). – С. 60–63.
2. Арепьева Л.А., Арепьев Е.И., Казаков С.Г. Распространение борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на южной границе вторичного ареала в Европейской части России // Рос. журн. биол. инвазий. – 2021. – № 2. – С. 2–15.
3. Афонин А.Н., Лунева Н.Н., Ли Ю.С., Коцарева Н.В. Эколого-географический анализ распространения и встречаемости борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в связи со степенью аридности территорий и его картирование для Европейской территории России // Экология. – 2017. – № 1. – С. 66–69.
4. Борщевик в Курской области: Карта [Электронный ресурс]. – <https://arcg.is/1uP4LP> (дата обращения: 14.05.2023).
5. Высоцкий Ю.И., Мерзвинский Л.М., Торбенко А.Б., Новикова Ю.И., Латышев С.Э., Морозов И.М. Анализ распространения инвазивных борщевиков на территории Дубровенского района Витебской области // Веснік ВДУ. Біялогія. – 2017. – № 3 (96). – С. 49–55.
6. Озерова Н.А., Кривошеина М.Г. Особенности формирования вторичных ареалов борщевиков Сосновского и Мантегацци (*Heracleum sosnowskyi*, *H. mantegazzianum*) на территории России // Рос. журн. биол. инвазий. – 2018. – № 1. – С. 78–87.
7. Озерова Н.А., Широкова В.А., Кривошеина М.Г., Петросян В.Г. Пространственное распределение борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) в долинах больших и средних рек Восточно-Европейской равнины (по материалам экспедиционных исследований 2008–2016 гг.) // Рос. журн. биол. инвазий. – 2017. – № 3. – С. 38–63.
8. Панасенко Н.Н. Некоторые вопросы биологии и экологии борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) // Рос. журн. биол. инвазий. – 2017. – № 2. – С. 95–106.

# АНАЛИЗ ПОСЛЕ ПОЖАРНОЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ УРОЧИЩА БАДАРЫ НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА НАТУРНЫХ И ДИСТАНЦИОННЫХ ДАННЫХ

Атутова Ж.В.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

**Постановка проблемы.** Процесс лесовозобновления (в том числе, на гарях) отражает стабилизирующую функцию динамики геосистем, необходимую для определения пределов устойчивости к внешним воздействиям, и, как следствие, позволяет дать прогнозную оценку ходу восстановления [2]. В работе представлен анализ динамики постпирогенного восстановления сосняков урочища Бадары (Тункинский район, Республика Бурятия) с применением разновременных рядов натуральных геоботанических данных и показателей вегетационных индексов (ВИ) для определения потенциала использования геоинформационных материалов в прогнозных оценках перспектив лесовозобновления.

**Материалы и методы.** Исследование проведено на краевом участке гари, образованной после прохождения весеннего пожара 2010 г. (площадка А). В качестве участка–эталона рассматривается сосновый зеленомошно-травяно-кустарничковый лес, находящийся в 3,3 км севернее гари (фоновая площадка Б). Основой послужили геоботанические материалы исследований перспективности лесовосстановления сосняков урочища Бадары [1], а также представленные на портале *sputnik.irk.ru* [7] декадные композиты по безоблачным участкам, характеризующие вегетационные индексы *NDVI* и *EVI*. Анализировались изображения с 01.01.2009 г. (за год до прохождения пожара) по 16.07.2019 г. (дата последнего размещенного на портале изображения). Рассматривались показатели *NDVI* и *EVI* в периоды начала, пика и конца вегетации, а также зимние изображения. Были исследованы 95 геоинформационных продуктов, включая изображения, соответствующие датам натуральных геоботанических наблюдений.

**Результаты и обсуждение.** При интерпретации величин ВИ применялась шкала показателей, зависящих от сезонов года: летние значения *NDVI* характеризуют степень развития зеленой биомассы, зимние – плотность покрытия хвойными лесами [4]. В летний период показатели в интервале 0,04–0,2 указывают на отсутствие растительности, 0,2–0,3 – на низкую степень развития зеленой биомассы, 0,3–0,6 – на среднюю степень развития, более 0,6 – на высокую степень развития зеленой биомассы. Зимние значения 0,04–0,2 говорят об отсутствии хвойной растительности (в том числе из-за снежного покрова), 0,2–0,25 указывают, что плотность покрытия хвойными лесами составляет 10 %, 0,25–0,3 – 20 %, ... 0,8–0,9 – 100 %.

На фоновой территории заметна стабильность данных *NDVI* для каждой фазы вегетации (табл. 1). Зимние показатели указывают на заснеженность. Для начала вегетационного периода ежегодно характерен индекс, интерпретируемый как низкая степень развития фитомассы. Однако натурные наблюдения выявили высокое значение сомкнутости крон сосны обыкновенной, средняя высота которой составила 15 м. Это свидетельствует о том, что либо ВИ не чувствительны к древесному ярусу растительности [6], либо интерпретация значений *NDVI* и *EVI* должна производиться с учетом эколого-географических особенностей развития биоценозов для каждой конкретно изучаемой территории [3, 5]. В пик вегетации и по ее завершению *NDVI* держался на уровне, указывающим на среднюю степень развития фитомассы, что можно считать данными, отвечающими реальной природной обстановке.

Показатели *EVI* для фоновой территории в начале и по завершении вегетационного периода зафиксированы на уровне отсутствия растительности, а в середине – на уровне средней степени развития (табл. 2). Возможно, низкие значения отмечались из-за высокой сомкнутости древостоя, препятствующего обильному развитию травяного покрова. Январские данные указывали на заснеженность территории. В целом, результаты подтверждают, что для территорий распространения хвойных присущ небольшой разброс значений ВИ и постоянный ход [6].

На гари за год до пожара показатели *NDVI* в течение периода вегетации указывали на среднюю степень развития зеленой биомассы. Отмечено, что в год прохождения пожара все значения *NDVI* были аналогичны данным предыдущего года, что оправдано для допожарных январских и апрельских показателей, но труднообъяснимо для высоких значений в начале июля и конце сентября, то есть для свежих гарей. Значения *EVI* за год до пожара и в год его прохождения были аналогичны, за исключением июльских, то есть были зафиксированы изменения, вызванные возгоранием 2010 г.

Таблица 1

Показатели вегетационного индекса *NDVI* ключевого района урочища Бадары

Дата год	Площадка А (гарь)				Площадка Б (фон)			
	01.01	30.04	01.07	30.09	01.01	30.04	01.07	30.09
2009	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,3-0,4	0,1-0,2	0,3	0,6-0,7	0,3-0,4
2010	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,3-0,4	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3-0,4
2011	0,1-0,2	0,3	0,3-0,4	0,3	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3-0,4
2012	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3-0,4
2013	0,04-0,1	0,2-0,3	0,4-0,5	0,3	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3-0,4
2014	0,1-0,2	0,3	0,4-0,5	0,3-0,4	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3-0,4
2015	0,1-0,2	0,3	0,4-0,5	0,3-0,4	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,4-0,5
2016	0,04-0,1	0,3	0,4-0,5	0,3-0,4	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3-0,4
2017	0,1-0,2	0,3	0,4-0,5	0,3-0,4	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,3-0,4
2018	0,1-0,2	0,3-0,4	0,5-0,6	0,4-0,5	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	0,4-0,5
2019	0,2-0,3	0,3-0,4	0,5-0,6	нет данных	0,1-0,2	0,3	0,5-0,6	нет данных

Таблица 2

Показатели вегетационного индекса *EVI* ключевого района урочища Бадары

Дата год	Площадка А (гарь)				Площадка Б (фон)			
	01.01	30.04	01.07	30.09	01.01	30.04	01.07	30.09
2009	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,04-0,1	0,04-0,1	0,04-0,1	0,3-0,4	0,04-0,1
2010	0,04-0,1	0,1-0,2	0,1-0,2	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	0,1-0,2
2011	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	0,1-0,2
2012	0,04-0,1	0,1-0,2	0,1-0,2	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	0,04-0,1
2013	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,04-0,1	0,04-0,1	0,04-0,1	0,3-0,4	0,04-0,1
2014	0,04-0,1	0,04-0,1	0,2-0,3	0,04-0,1	0,04-0,1	0,04-0,1	0,3-0,4	0,1-0,2
2015	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	0,1-0,2
2016	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	0,1-0,2
2017	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,04-0,1	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	0,04-0,1
2018	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,1-0,2	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	0,1-0,2
2019	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3	нет данных	0,04-0,1	0,1-0,2	0,3-0,4	нет данных

Разновременной ход значений *VI* для гари демонстрирует прогрессирующую динамику показателей в сторону восстановления уровней, характерных для допожарного периода. При этом отмечено, что летние величины *VI* на гари порой превышали допожарные, что указывает на отсутствие или очень слабую чувствительность *VI* к древесной растительности. Однако зимние величины *NDVI* на гари за весь период демонстрируют нестабильность, что все-таки может свидетельствовать о возможности идентификации древесного яруса. Июльские значения *NDVI* не отражают чувствительность к смене экологических условий, вызванных пожаром. Отмечено небольшое снижение показателей только через год после пожара. Для свежих гарей значения были равны прошлогодним, а в 2012 г. и вовсе превышали допожарный индекс.

Наибольшей реалистичностью отличается *EVI*. Реагируя на смену растительных сообществ в ходе естественного развития, возгорания и последующего лесовосстановления, показатели *EVI* демонстрируют колебание значений в весенний и летний периоды. Восприимчивость *EVI* к естественным условиям показывают весенние и осенние данные фоновой территории. Если июльские величины остаются стабильными на протяжении 2009–2019 гг., то в межсезонье заметна их неустойчивость. В целом, о благонадежности лесовосстановления должна свидетельствовать многолетняя устойчивая стабильность значений вегетационных индексов во все сезоны вегетации, аналогичная фоновой территории.

**Заключение.** Выявлено, что использование *VI* в качестве основного инструмента при анализе нарушенных территорий спорно. Не всегда их значения соотносятся с реальной природной обстановкой. Участок геоизображения с определенным показателем *VI* при натурном исследовании может относиться к различным ландшафтными комплексам, поэтому для каждой отдельно взятой территории требуется

корректировка и индивидуальное ранжирование значений ВИ. Также нет уверенности в том, что экстраполяция данных на территории-аналоги покажет объективную картину лесовосстановления на пирогенно трансформированных территориях. Остался нерешенным вопрос чувствительности геоданных среднего пространственного разрешения к древесной растительности.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (AAAA-A21-121012190017-5).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атутова Ж.В. Постпирогенное восстановление подтаежных светлых хвойных геосистем Тункинской котловины, Юго-Западное Прибайкалье (на примере сосновых лесов урочища Бадары) // Географический вестник = Geographical bulletin. – 2022. – № 4(63). – С. 6–18.

2. Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение природы. – Иркутск: Изд-во «Облмашинформ», 2002. – 160 с.

3. Братков В.В., Атаев З.В. Вегетационные индексы и их использование для картографирования горных ландшафтов Российского Кавказа // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – № 1. – С. 3–23.

4. Гребень А.С., Красовская И.Г. Анализ основных методик прогнозирования урожайности с помощью данных космического мониторинга, применительно к зерновым культурам степной зоны Украины // Научно-технический журнал. – 2013. – № 1(7). – С. 105–119.

5. Раджабова Р.Т., Алексеенко Н.А., Курамагомедов Б.М., Тажудинова З.Ш., Султанов З.М. Использование индексных изображений при дешифрировании растительного покрова Внутригорного Дагестана // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т. 15, № 4. – С. 126–136.

6. Родионова Н.В., Вахнина И.Л., Желибо Т.В. Оценка динамики послепожарного состояния растительности на территории Ивано-Арахлейского природного парка (Забайкальский край) по радарным и оптическим данным спутников Sentinel 1/2 // Исследование Земли из космоса. – 2020. – № 3. – С. 14–25.

7. Спутниковые данные дистанционного зондирования Земли. [Электронный ресурс]. – <http://sputnik.irk.ru> (дата обращения 16.01.2023).

#### КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

*Байбар А.С.<sup>1,2</sup>, Пузаченко М.Ю.<sup>1</sup>, Сандлерский Р.Б.<sup>2</sup>, Кренке А.Н.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт географии РАН, Москва*

<sup>2</sup>*НИУ Высшая школа экономики, Москва*

**Введение.** Как правило, до сих пор на практике карты растительности создаются на основе экспертного подхода по ограниченному объему данных, что определяет такие основные минусы его реализации как значительные трудо- и времязатраты, тогда как современные прикладные задачи требуют от картографов оперативности. В данном сообщении предлагается принципиально новый подход, который даёт возможность построения не ситуативной карты, а охватывающей значительный период времени. Выделение инвариантов на основе временных серий мультиспектральных данных дистанционного зондирования и цифровой модели рельефа, полевых данных рассматривается как основа для построения карты растительного покрова, полученной количественными методами.

**Материалы и методы.** Территория исследования – Центрально-Лесной заповедник и прилегающая территория [1]. В работе использованы 19 безоблачных сцен Landsat 4-9 с 1987 по 2022 год, выполненных преимущественно в феврале, апреле и июне. Инварианты отражения были получены методом главных компонент, путем уменьшения признакового пространства, от обобщения каналов каждой сцены, до интегральных инвариантов по всем каналам и срокам наблюдений [1]. Аналогичная методология была применена к морфометрическим характеристикам рельефа на разных иерархических уровнях (уклон, освещённость с запада и юга, профильная, плановая, продольная и кросс-секционная выпуклость, минимальная и максимальная кривизна,

оператор Лапласа). Ландшафтные инварианты получены путем обобщения инвариантов дистанционной информации и рельефа [2]. На их основе была выполнена дихотомическая классификация по метрике Евклида в программе Fracdim.

Оценка качества проведенной классификации производилась при помощи дискриминантного анализа. Для верификации полученных пространственно-временных инвариантов и построения легенды были использованы геоботанические (3079 шт.) и почвенные (1870 шт.) описания, полученные в 1993–2019 годы сотрудниками и студентами географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН, ИГ РАН. Были использованы следующие характеристики растительности: проективные покрытия ярусов растительности (%), BSA древостоя ( $m^2/га$ ), частные BSA пород древостоя ( $m^2/га$ ), проективное покрытие подлеска (%), проективное покрытие трав по видам (%), проективное покрытие мхов (%), проективное покрытие мхов по группам (%). Для почв – мощность и гранулометрический состав почвенных генетических горизонтов.

**Результаты.** На основе инвариантов выполнена дихотомическая классификация на 6 уровне (максимум 64 класса), в которой был выделен 41 класс (рис. 1) за счёт объединения малых классов, приуроченных к зарастающим с/х землям, залежам и лугам. При помощи пошагового дискриминантного анализа было показано, что классы распознаются дистанционными данными на 31,3 %, от характеристик рельефа – на 26,5 %, а совместно – на 67,5 % (табл. 1). Из внешних данных наибольший вклад в разделение классов дают характеристики травянистого яруса (34,3 %) и древостоя (16,6 %), а характеристики почв и отложений верно определяют принадлежность к классу в 16 % случаев. Качество дискриминантного анализа классов от всех источников данных составило более 88 %.

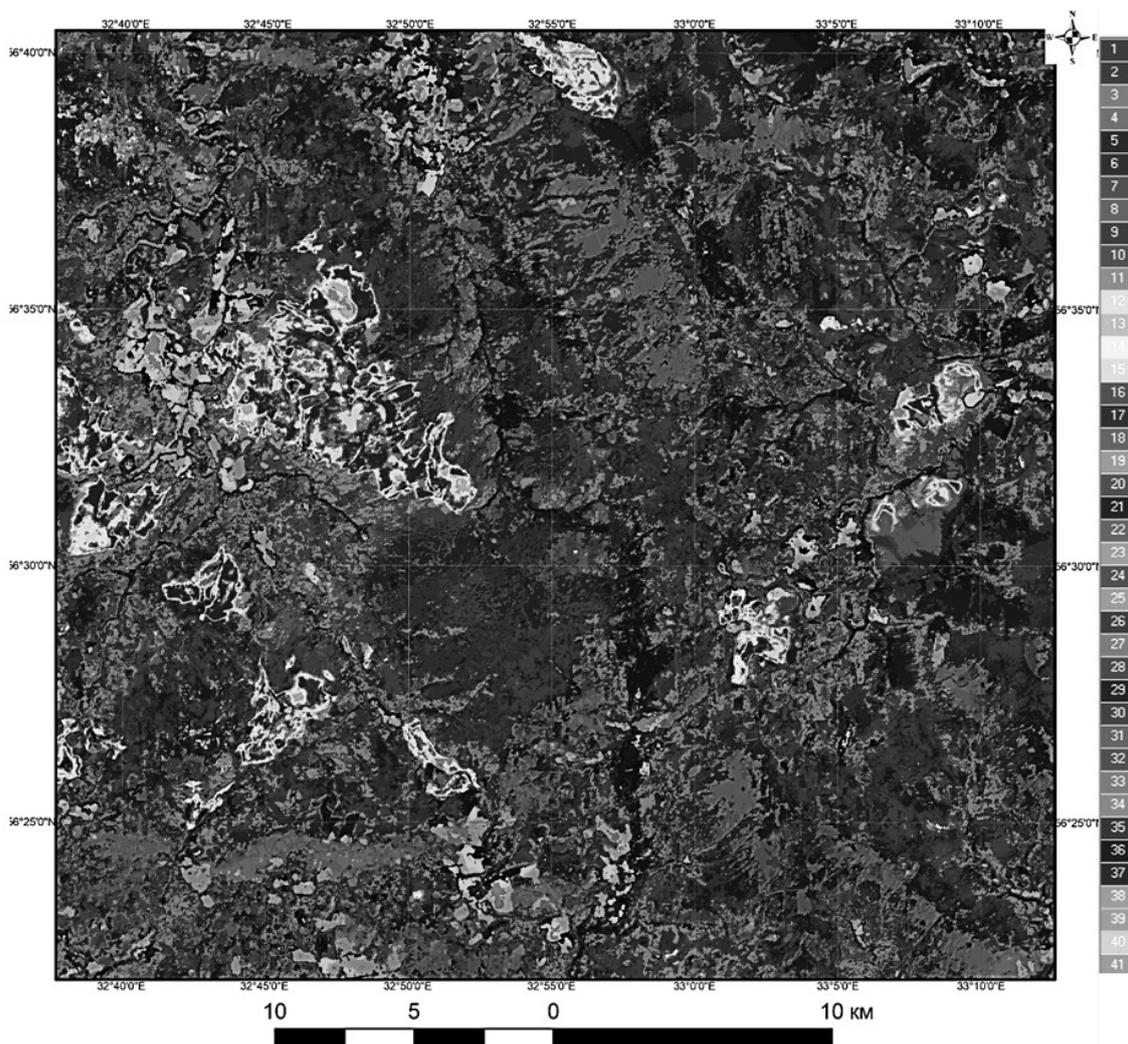


Рисунок 1 Классификация ландшафтных инвариантов (1–8 класс – хвойно-мелколиственные леса, 9–15 класс – верховые болота, 16–29 класс – мелколиственно-хвойные и хвойные леса, 30–39 класс – мелколиственные леса, 39–41 класс – луга, сенокосы, селитебные земли)

Таблица 1 Результаты пошагового дискриминантного анализа классов

Пошаговый дискриминантный анализ классов от	Доля ( %) верно определённых точек
<b>внутренних данных</b>	
компонент отражения снимков	31.3 (1546752)
характеристик рельефа	26.5 (1546752)
компонент отражения снимков и характеристик рельефа	<b>67.5</b> (1546752)
<b>внешних данных</b>	
характеристик наземного покрова	34.3 (2013)
характеристик древостоя	16.6 (2891)
характеристик растительности	<b>43.0</b> (1878)
характеристик почв и отложений	<b>16.0</b> (1863)
характеристик растительности и почв	<b>50.2</b> (1433)
<b>внешних и внутренних данных</b>	
Всех переменных	<b>88.6</b> (1433)

На основе полевых данных и морфометрических характеристик рельефа была составлена легенда к выделенным классам.

Таким образом, в целом, выделяются основные группы классов, мелколиственно-еловые и еловые леса, елово-мелколиственные леса, мелколиственные леса, верховые болота, залежи и луга. Сильносомкнутые средневысокие хвойно-мелколиственные леса, приурочены к моренным грядам южной экспозиции на наиболее дренированных слабовыпуклых поверхностях. Мелколиственно-еловые и еловые леса различной степени переувлажнения приурочены к озерно-ледниковой равнине. Классификация хорошо отражает дифференциацию внутри верховых болот, выделяя наиболее переувлажненные зоны, территории, покрытые сосновым мелколесьем, а также окраины болотных массивов. Выделяется участок мелиорации, проведённой в середине 70-х годов прошлого века в пределах болотного массива «Катин Мох».

Отдельно выделяются геосистемы, претерпевшие антропогенное воздействие: вторичные мелколиственные леса на месте с/х земель и вырубок, залежи, суходольные и мезотрофные луга, населенные пункты. Перечисленные классы относятся к хорошо дренированным позициям, с преимущественно теплой экспозицией, в основном приуроченным к моренным грядам и отдельным локальным возвышенностям.

**Заключение.** При помощи дихотомической классификации на основе инвариантов ДДЗ и морфометрических характеристик рельефа была получена карта растительности, для которой выделен 41 класс. На основе дискриминантного анализа показана высокая достоверность выделенных классов относительно исходных данных и данных полевых описаний. На основе характеристик полевых данных и рельефа получено семантическое значение выделенных классов и построена легенда. Таким образом, показано, что на основе ограниченного количества безоблачных снимков Landsat можно выделить квазиустойчивые в пространстве и во времени состояния, которые преимущественно зависят от особенностей функционирования растительности, а также рельефа как перераспределителя тепла и влаги в ландшафте. На полученной карте инвариантных состояний маркируются мелколиственные и елово-мелколиственные леса, приуроченные к относительно возвышенным участкам (моренным грядам), преимущественно Ю экспозиции, мелколиственно-еловые и еловые леса, произрастающие на относительно пониженных слабодренированных местообитаниях, а так же отдельно выделяются участки, претерпевшие антропогенное воздействие: населенные пункты, луга, вырубки (свежие и зарастающие), мелколиственные вторичные леса.

Данная методология нашла свое применение при принятии управленческого решения в лесном и, особенно, в сельском хозяйстве, ввиду значительной изменчивости агроландшафтов в силу ведущего в них антропогенного фактора. В целом, относительно инвариантов можно выделить динамические составляющие, которые являются предметом дальнейших исследований.

**Финансирование:** Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119021990093-8 (FMGE-2019-0007)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбар А.С., Пузаченко М.Ю., Сандлерский Р.Б., Кренке А.Н. Ландшафтные инварианты – параметры динамической системы // Известия РАН. Серия географическая. 2023. №3. 370-390 с.
2. Пузаченко М.Ю., Байбар А.С., Сандлерский Р.Б., Кренке А.Н. Ландшафтные инварианты на основе данных дистанционного зондирования и цифровой модели рельефа // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. Материалы XIV Международной ландшафтной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения Ф.Н. Милькова. Воронеж, 2023. 55-58 с.

## **ОЦЕНКА ТАКСОНОМИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ НА ПРИМЕРЕ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ**

Балязин И.В.

Для наиболее оптимального природопользования, при котором нарушение биоразнообразия сводится к минимуму, требуется четкое понимание механизмов восстановления всех природных компонентов среды, и в частности зооценозов почв. В связи с тем, что пространственное распределение почвенной мезофауны по территории не однородно, а условия при которых идет ее формирование находится под лимитирующим воздействием внешних факторов, возникает необходимость построения визуальной модели. Наиболее подходящей для этих целей является картографическая модель территории с отображением особенностей распределения таксономического разнообразия зооценозов почв. Группировки почвенных животных не имеют видимых границ, поэтому для построения картосхем зоогеографического содержания необходимо применять возможности ландшафтной индикации. За основу в ландшафтоведении принято брать теоретические представления, в которых все природные компоненты в пределах исследуемого генетически однородного пространства находятся в тесной взаимосвязи и образуют целостные системы [Бессолицына, 2021].

Исследования проводились в условиях Тункинской котловины и ее горного обрамления. Перепад уровня высот между днищем и обрамляющих хребтов составляет 1300–2300 м. Благодаря чему в котловине выражены закономерности характерные для высотной поясности таких как смена растительности от лесостепной до альпийских лугов с набором высоты и экспозиционной направленности склонов. Своеобразие экологических условий Тункинской котловины способствовало развитию мозаичности почвенного покрова и многочисленных по составу биотических сообществ с высокой степенью разнообразия фауны [Bessolitsyna, 2018].

Светлохвойные комплексы в Тункинской котловине расположены в нижних частях склонов и на речных террасах на дерновых слабоподзолистых и супесчаных почвах, представлены сосново-лиственничными и сосновыми бруснично-разнотравными (с участием мелколиственных пород) лесами. Отбор проб на модельных участках производился по методикам, рекомендованным для биогеоэкологических [Программа..., 1974] и почвенно-зоологических исследований [Количественные..., 1987].

Анализ видового состава почвенно-биотических сообществ позволяет выделить особенности функционально-трофической структуры, определить доминантные группы, а в нарушенных ландшафтах установить последовательность восстановительных процессов в структуре мезонаселения почвенных беспозвоночных. Однако ограниченность возможностей для создания полного перечня видов, населяющих тот или иной биоценоз, необходим значительный ряд наблюдений и привлечение к работе большого количества узконаправленных специалистов, поэтому с точки зрения сравнительно-географического подхода к оценке условий местообитаний беспозвоночных целесообразно использовать надвидовой уровень – таксономических групп (в основном семейств, родов).

Проблемы пространственно-временного распределения биоты занимают ведущее место при экологическом восстановлении нарушенных биотических сообществ, что должно стать основой для создания сети охраняемых природных территорий, оценке сбалансированности биоразнообразия и критериев устойчивости геосистем. Зоологическое картографирование, раскрывает таксономическое разнообразие и пространственно-временную специфику дифференциации

сообществ зооценозов почв Тункинской котловины, позволяет рассматривать тенденции их изменения под воздействием биотических и абиотических факторов и прогнозировать динамику при увеличении антропогенной нагрузки (рис.).

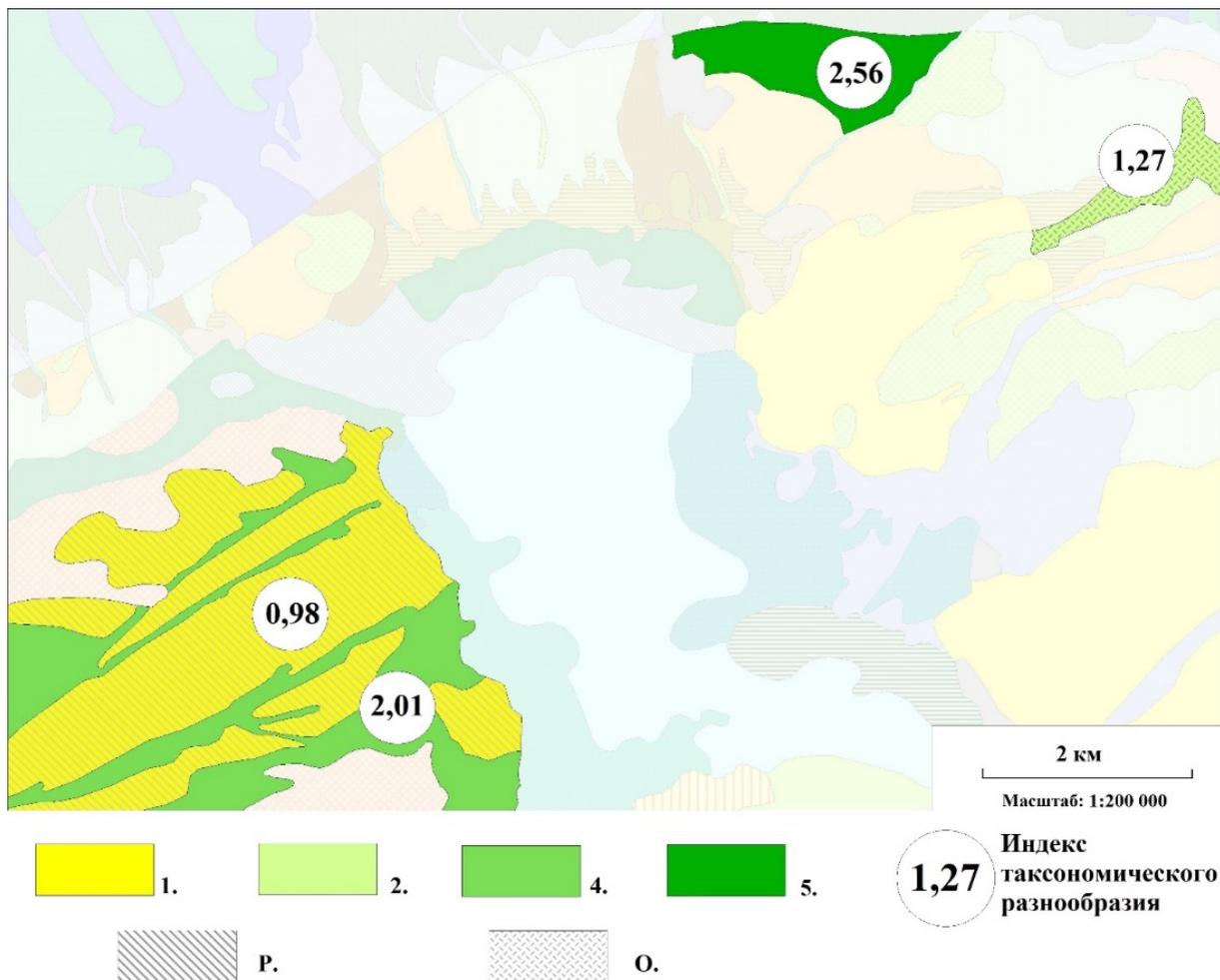


Схема разработки картографической модели пространственного распределения таксономического разнообразия зооценозов почв на основе ландшафтных выделов на примере Тункинской котловины.

Ландшафтная основа группируется, объединяется (при необходимости) и в результате полученным выделам присваивается та или иная категория таксономического разнообразия. С помощью инфознаков на картосхеме отображается результат расчета индекса биоразнообразия Маргалефа. Рассмотренные нами типы биотических сообществ отличаются друг от друга в значительных пределах показателями таксономического разнообразия и обилия почвенной биоты, что обусловлено особенностями природных условий и наложенный на них пресс антропогенных воздействий, наиболее ощутимым из них являются достаточно частые на данной территории лесные пожары. На схеме (см. рис.) состояние нарушенных территорий обозначаются дополнительной штриховкой, где буквами выделяются состояние восстановительных процессов по мере приближения к коренным состояниям ландшафта (Р – редуцированное; П – промежуточное (на рис. не представлено) О – оптимальное развитие).

Наибольшим разнообразием отличаются и высокими количественными показателями комплексы почвенных беспозвоночных смешанных лесов в нижних частях склонов предгорий Тункинских гольцов.

Изменения количественных характеристик и таксономического разнообразия зооценозов почв Тункинской котловины происходят в зависимости от проявлений внешних условий среды. Таким образом, распределение почвенной биоты в пространственно-временном аспекте оказывается неравномерным. Фиксировать и отображать эти изменения достаточно непросто, приходится прибегать к принципам сравнительно-географического подхода с использованием наборок в области ландшафтоведения и картографии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бессолицына Е.П. Ландшафтно-картографический анализ изменения таксономического разнообразия зооценозов почв Байкальского региона / Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 38. С. 3–12.
2. Bessolitsyna E.P., Balyazin I.V., Voropai N.N. Structure and diversity of soil zoocenoses in the Tunka depression / Geography and Natural Resources. 2018. Т. 39. № 4. С. 358–364.
3. Программа и методика биогеоценологических исследований / Отв. ред. Н.В. Дылис. – М.: Наука, 1974. – 404 с.
4. Количественные методы в почвенной зоологии / Ред. М.С. Гиляров, Б.Р. Стриганова. – М.: Наука, 1987. – 288 с.

## ИСТОРИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В СРЕДНЕМ-ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

*Безрукова Е.В.<sup>1</sup>, Решетова С.А.<sup>1</sup>, Волчатова Е.В.<sup>1</sup>, Кулагина Н.В.<sup>2</sup>,  
Щетников А.А.<sup>2</sup>, Крайнов М.А.<sup>1</sup>, Филинов И.А.<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup> *Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск*  
<sup>2</sup> *Институт земной коры СО РАН, Иркутск*

Подгорно-равнинные и горные экосистемы юга Восточной Сибири (юг ВС), особенно расположенные в зоне многолетней мерзлоты, чутко отвечают на климатические изменения [6]. Результатом прогнозируемого потепления может стать, например, сокращение площади многолетней мерзлоты, ее протаивание, что изменит облик ландшафтов и может иметь различные, в том числе негативные последствия для растительности, биоты, человека. Поэтому оценка ландшафтно-климатических условий формирования экосистем бореальной зоны в голоцене важна для понимания их длительной динамики и создания прогнозных моделей реакции таких экосистем в ответ на ожидаемые климатические изменения.

Среди множества методов реконструкции природной среды, особенно состава растительности, структуры ландшафтов метод палинологического анализа занимает важное место [4]. Реконструкция природной среды на основе отложений оз. Байкал, отражающая осредненный сигнал динамики растительности и климата огромного водосборного бассейна со сложной топографией, подчеркнула важность субрегиональных палеоэкологических исследований и высокую потребность в репрезентативной сети датированных архивов отложений с высоким разрешением для лучшего понимания изменений природной среды юга ВС.

Составной частью такой сети стали детализированные палинологические записи из торфяников и донных отложений озер. Изученные объекты располагаются по меридиональному профилю, проходящему через слабо изученные субрегионы: от низкогорной Хандинской котловины до среднегорной котловины оз. Саган-Нур (Восточный Саян). Для Хандинской котловины характерно близкое к поверхности залегание многолетнемерзлых пород. На западном склоне котловины доминируют елово-кедровые и кедрово-еловые с лиственницей, на восточном – кедрово-лиственничные и сосново-лиственничные с березой кустарничковой. В самой котловине развиты лиственнично-сосновые или редкостойные кедровые леса. Растительность поверхности торфяника представлена лиственничным редколесьем с березкой кустарниковой, осоками, сфагновым мхом. Еще один торфяник находится вблизи оз. Хендырхул в южной части Ангаро-Ленского плато, в верхнем течении долины р. Илга. Район характеризуется редкоостровным распространением мерзлых пород, заболоченностью, развитием многолетних и сезонных бугров пучения. В современном растительном покрове района преобладают леса из сосны, лиственницы, березы, часть из которых является производными на месте темнохвойной тайги. Локальную растительность вокруг торфяника формирует березняк разнотравный, а поверхность торфяника занята осоками, злаками, ерниками. Третий изученный объект, оз. Саган-Нур, находится в среднегорном поясе Окинского плато (Восточный Саян), на высоте 1600 м над уровнем моря [7]. В водосборном бассейне и на берегах оз. Саган-Нур преобладают лугово-болотная растительность, лиственничные кустарниковые, а также лиственничные с редким участием ели, березы или сосны сибирской леса и редколесья [7].

Полученные разрезы торфяных и озерных отложений изучены методами палинологического анализа, датированы методом радиоуглеродного анализа с ускорительной масс-спектрометрией. Для донных отложений оз. Саган-Нур получены результаты измерения биогенного кремнезема  $\text{SiO}_{2\text{био}}$ , физических свойств, магнитной восприимчивости [1]. Впервые результаты палинологического анализа торфяников положены в основу реконструкции типов растительности (биомов).

Пыльцевая летопись торфяника Ханда позволяет реконструировать состав и структуру растительности в Хандинском субрегионе Прибайкалья за последние ~5900 лет, из торфяника Хендыркул – в бассейне р. Илга за последние ~5300 лет, из донных отложений оз. Саган-Нур – в среднегорном поясе Окинского плато (за последние 8600 лет. Все значения возраста здесь и далее в тексте приведены в калиброванных годах (лет назад = л.н.).

Реконструкции состава растительности показывает, что за последние ~ 5900 лет в Хандинской котловине основу субрегиональной растительности составляли темнохвойные леса из сосны сибирской, пихты, ели. Площади темнохвойных лесов сокращались в интервале ~ 4600-2600 л.н., а светлохвойных лесов из сосны обыкновенной в это время получали максимальное развитие. Максимальное развитие лиственничных лесов с березой и сосной сибирской имело место в последние ~ 1050 лет. Реконструкция биомов поддерживает вывод о преобладании в Хандинской котловине в последние ~ 5900 лет лесного типа растительности, за которым следовал тундровый.

В бассейне р. Илга, расположенном южнее Хандинской котловины, основу субрегиональной растительности в последние ~ 5300 лет также формировали леса из обеих сосен, лиственницы. Максимальное распространение темнохвойных лесов с участием ели и пихты реконструировано ~ 5300-1000 л.н. В последние ~ 1000-600 л.н. в составе лесной растительности значительно сократилось участие сосны сибирской, ели, но повысилось – сосны обыкновенной и березы, вероятно, отражая, начало антропогенного воздействия на природу юга Ангаро-Ленского плато. Реконструкция биомов показывает постепенное значительное повышение роли лесного типа растительности от ~5300 к современности. Отсутствие в разрезе Хендыркул отложений последних ~600 лет не позволяет получить картину развития растительности в это время.

В бассейне оз. Саган-Нур, лежащим выше 1600 м над у.м. [7], реконструировано постепенное расширение лесной растительности за все время формирования вскрытой толщи его донных отложений – от ~8600 л.н. к современности. Реконструкция показывает постепенное приближение обеих сосен к бассейну озера и господство в его бассейне и на берегах елово-лиственничных, ерниковых редколесий ~ 8600–7500 л.н., постепенное снижение роли ели в интервале ~7500–3200 л.н. В последние 3200 лет в бассейне озера господство перешло к лиственничным лесам с незначительным участием долинных ельников, березы, сосны сибирской.

Быстрое распространение сосны обыкновенной, по-видимому, является одним из наиболее фундаментальных изменений в растительности Байкальского региона в голоцене [3]. Реконструкции растительности голоцена Якутии [5], Южного Урала, Западной Сибири, Казахстана [2] предполагают, что распространение сосны обыкновенной 7000–6000 л.н. представляет собой событие субконтинентального масштаба. Наши результаты, представленные здесь, показывают, что этот вывод без дополнительных исследований нельзя применять ко всему Байкальскому региону.

Сосна не растет в тех местах обитания, где слой мерзлоты залегает слишком близко у поверхности и может повредить корни [5]. Возможно, что более высокая, чем современная, летняя инсоляция в первой половине голоцена способствовала деградации вечной мерзлоты и распространению сосны обыкновенной в Восточной Сибири, где она быстро заняла песчаные речные террасы и скалистые местообитания в центральной и южной Якутии, по Ангаре и в Забайкалье. Однако изученные нами субрегионы, где поверхностные мерзлотные процессы играют важную роль и сейчас, могли оставаться неблагоприятными для сосны обыкновенной почти до 5500 л.н., как следует из представленных здесь реконструкций. Наши результаты подчеркивают важность субрегиональных исследований и потребность в более репрезентативной сети надежно датированных архивов отложений с высоким разрешением для лучшего понимания изменений природной среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безрукова Е.В., Решетова С.А., Волчатова Е.В., академик РАН Кузьмин М.И. Первые реконструкции ландшафтно-климатических изменений в центральной части Окинского плато (Восточный Саян) в среднем-позднем голоцене // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2022. – 506(1). – С. 104–110.

2. Andreev A.A., Tarasov P.E. Pollen records, postglacial: Northern Asia. In: Elias, S. (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*, 2nd edition. – Amsterdam: Elsevier, 2013. – P. 164–172.
3. Bezrukova E.V., Tarasov P.E., Solovieva N., Krivonogov S.K., Riedel F. Last glacial-interglacial vegetation and environmental dynamics in southern Siberia: chronology, forcing and feedbacks // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2010. – 296, P. 185–198.
4. Kobe F., Bezrukova E.V., Leipe C., Shchetnikov A.A., Goslar T., Wagner M., Kostrova S.S., Tarasov P.E. Holocene vegetation and climate history in Baikal Siberia reconstructed from pollen records and its implications for archaeology // *Archaeological Research in Asia*. – 2020. – V. 23. – Номер статьи: 100209.
5. Müller S., Tarasov P.E., Andreev A.A., Tütken T., Gartz S., Diekmann B. Late Quaternary vegetation and environments in the Verkholyansk Mountains region (NE Asia) reconstructed from a 50-kyr fossil pollen record from Lake Billyakh. // *Quaternary Science*. – 2010. – Rev. 29. – P. 2071–2086.
6. Tarnocai C. The effect of climate change on carbon in Canadian peatlands // *Global and Planetary Change*. – 2006. – 53. – P. 222–232.
7. Vladimirov I.N., Vyrkin V.B., Ilyicheva E.A., Kobylkin D.V., Pavlov M.V., Zehong Li. Natural Conditions and Ecological Potential of Geosystems in the Central Part of the Oka Plateau (Eastern Sayan) // *Geography and Natural Resources*. – 2019. – V. 40. – № 3. – P. 264–274.

## ИЗУЧЕНИЕ ПОСТПИРОГЕННЫХ СУКЦЕССИЙ СЕВЕРА ПРИМОРСКОГО ХРЕБТА (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

*Бибаева А.Ю.<sup>1</sup>, Макаров А.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 664033, г. Иркутск, rav\_a86@mail.ru*

<sup>2</sup> *Иркутский государственный университет, географический факультет, г. Иркутск, mak@geogr.isu.ru*

В июне-сентябре 2015 г. в Западном Прибайкалье прошли катастрофические пожары, которым предшествовали годы с длительными периодами чрезвычайной пожарной опасности по условиям погоды. В результате пирогенному воздействию подверглись природные комплексы на землях лесного фонда, так и в пределах особо охраняемых природных территориях – Прибайкальском национальном парке и Байкало-Ленском заповеднике (рис. 1). Пожары носили, преимущественно, характер интенсивных низовых, низовых устойчивых и почвенных.

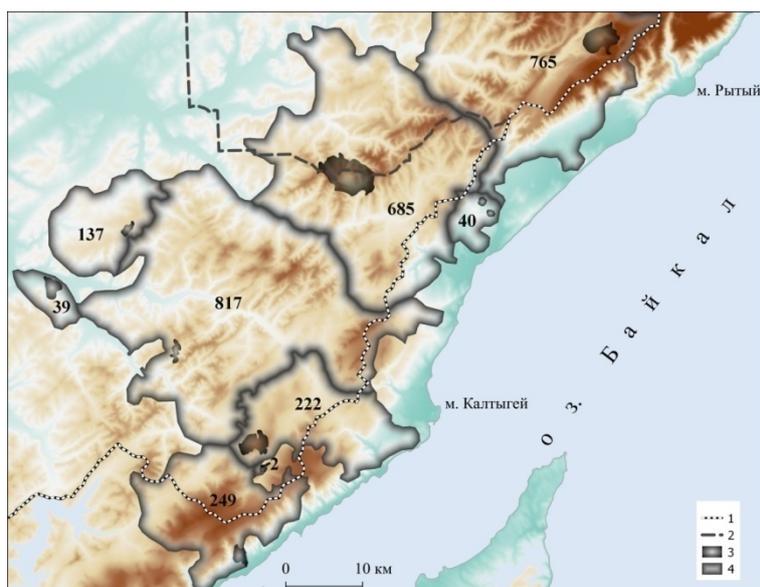


Рис. 1. Горимость лесов центральной части западного Прибайкалья в 2015 г. по материалам космической съемки Landsat. 1 – граница Ольхонского муниципального района; 2 – граница ЦЭЗ БПТ; 3 – очаги возгорания; 4 – граница распространения огня от очага с указанием площади, пройденной огнем (в км<sup>2</sup>)

В июле 2020 г. проведены полевые исследования в центральной части Западного Прибайкалья с целью изучения восстановления растительного компонента природных комплексов на пятилетних гарях. Маршрут исследования проложен ортогонально простиранию оси Приморского хребта в его северной части. На рис. 2 представлен геоботанический профиль.

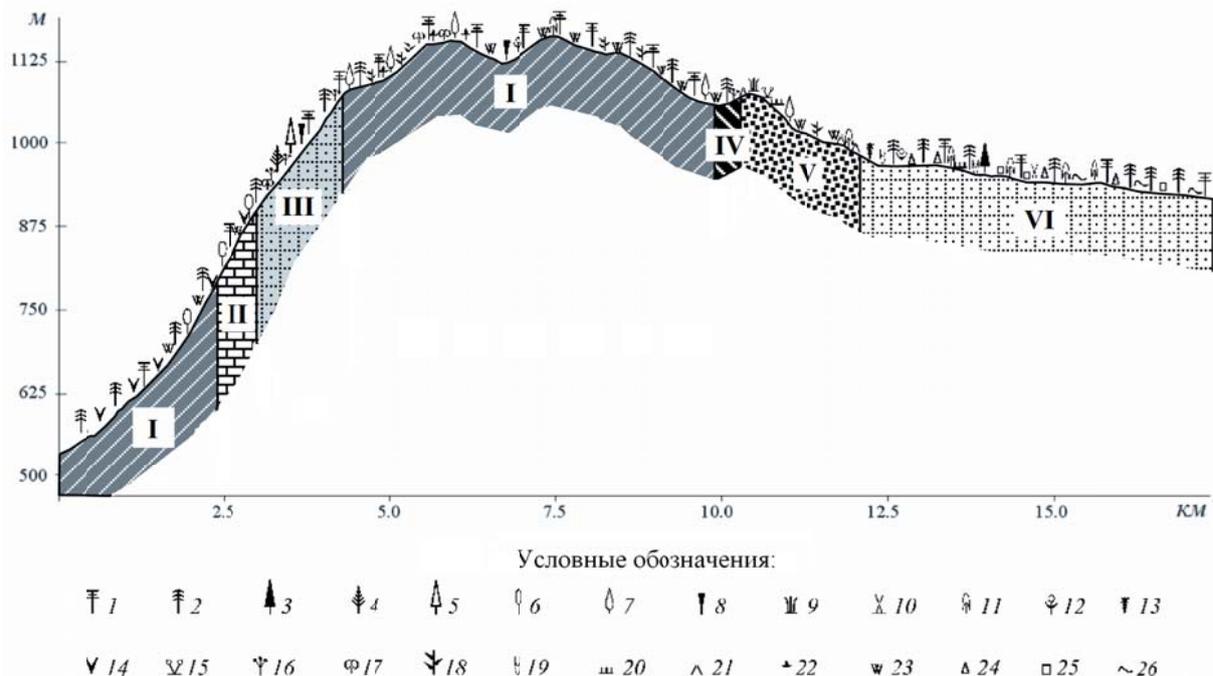


Рис. 2. Постпожарное восстановление растительности по линии профиля в северо-восточной части Приморского хребта: 1 – лиственница; 2 – сосна; 3 – ель; 4 – кедр; 5 – пихта; 6 – осина; 7 – береза; 8 – ольха кустарниковая; 9 – кедровый стланик; 10 – ива; 11 – ерник (березка кустарниковая; березка круглолистная); 12 – пятилистник кустарниковый; 13 – можжевельник обыкновенный; 14 – рододендрон даурский; 15 – шикша черная; 16 – багульник болотный; 17 – бадан толстолистный; 18 – иван-чай узколистный; 19 – осоки; 20 – лишайник; кустарничково-травяной ярус: 21 – кустарничково-зеленомошный; 22 – травяной; 23 – кустарничково(брусника, голубика, черника)-травяной; 24 – злаково-разнотравный; 25 – кустарничково-злаково-разнотравный; 26 – кустарничково-травяно-зеленомошный. *Подстилающие породы*: I – серицитово-хлоритовые и хлоритовые сланцы, филлиты, метаморфизированные полевошпатово-кварцевые песчаники и гравелиты, диабазовые и андезитовые порфириты, доломитовые известняки, хлоритово-карбонатные псаммитовые сланцы, редко конгломераты нижнего протерозоя (Иликтинская свита); II – кварциты с прослоями биотитовых и двуслюдяных сланцев и амфиболитов нижнего протерозоя (Харгитуйская свита); III – порфиридовидные, средне- и мелкозернистые аляскитоидные граниты нижнего протерозоя (интрузии; Приморский комплекс); IV – известковые доломиты, доломиты, пестроцветные карбонатные сланцы, конгломераты верхнего протерозоя (Голоустенская свита, нижняя подсвита); V – глинисто-алевритовые сланцы, кварцитовидные песчаники, доломитовые известняки и доломиты, часто оолитовые верхнего протерозоя (Голоустенская свита, верхняя и средняя подсвита); VI – аллювий пойм и низких надпойменных террас, пески, галечники, валуны (Современный отдел).

Послепожарное восстановление геосистем, их компонентов и взаимосвязей зависит от местоположения и степени термического воздействия (вида и интенсивности пожара). Спустя 5 лет после пожара на территории исследования практически повсеместно (кроме ареалов распространения кедрового стланика с редианами сосны) доминирует сообщество иван-чая узколистного.

Восстановление на гари сосново-лиственничных лесов кустарничково-травяного типа нижних и средних частей юго-восточного склона идет через хвойные породы с участием осины.

В лиственничниках багульникового ряда, приуроченных к выходам кислых кристаллических пород в верхней части юго-восточного склона, отмечается восстановление через разреженное

березовое сообщество, в окнах которого развивается лиственничный подрост, в травяно-кустарниковом ярусе идет возобновление багульника болотного.

В лиственнично-сосновом травяном с подлеском из пихты, кедра, ольхи кустарничковом с баданом лесу на приводораздельных склонах на пятилетней гари формируется березовый подрост, под пологом которого развиваются всходы лиственницы сибирской.

В кедровостланниковом сообществе с редианами сосны обыкновенной с кустарничково-лишайниковым покровом, развитых на кварцитовидных песчаниках, отмечено замедленное восстановление растительного покрова – спорадично развивается подрост березы и брусники с проективным покрытием не более 10 %. Увеличению длительности процесса восстановления могут способствовать также развитые процессы делювиального смыва рыхлого материала, не закрепленного растительностью.

Возобновление растительности средних и нижних частей северо-западного склона характеризуется активным развитием ерника (из березки кустарниковой и круглолистной), в травяном покрове наряду с преобладанием иван-чая узколистного, широко представлены другие виды разнотравья и злаки.

В поймах рек возобновляются ерниковые заросли (из березки круглолистной и березки кустарниковой) с преобладанием разнотравья с участием злаков и осок.

Вне зависимости от местоположения в результате прохождения устойчивых подстилочно-гумусовых (почвенных) пожаров обнаруживаются валежные горельники с доминированием иван-чая узколистного; при этом восстановление древесных пород на пятилетней гари не наблюдается.

Стоит отметить, что широкое развитие сухостоя и валежника на значительных площадях исследуемой территории, являющихся проводником горения, может способствовать прохождению повторных повалых пожаров.

*Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ИГ СО РАН № АААА-А21-121012190056-4.*

## **РЕОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАКАЗНИКА «СЕЙДЬЯВВРЬ» (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ): КАК МЕНЯЛИСЬ КОНЦЕПЦИИ И ГРАНИЦЫ?**

*Боровичёв Е.А., Петрова О.В., Ахмерова Д.Р., Петров В.Н.*

<sup>1</sup>*Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, г. Апатиты*

<sup>2</sup>*Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН, г. Кировск*

<sup>3</sup>*Кандалакшский государственный природный заповедник, г. Кандалакша*

Ловозерские горы – один из крупнейших горных массивов Мурманской области. Здесь находится месторождение редкоземельных металлов, из которого ООО «Ловозерский горно-обогатительный комбинат» производит лопаритовый концентрат. Длительное время на этой территории осуществляется традиционное устойчивое природопользование малочисленного коренного населения Севера – саами. Здесь расположены два населенных пункта: пгт Ревда и с. Ловозеро с населением более 8,5 тыс. человек. Природный туризм и активный отдых является одной из важнейших составляющих рекреационной деятельности в Ловозерских горах. Озеро Сейдозеро и его окружение является одним из важнейших целевых объектов природного и этнографического туризма.

Для сохранения редких видов растений и животных, а также уязвимых экосистем в Ловозерских горах было создано девять особо охраняемых природных территорий – комплексный региональный заказник «Сейдьяввррь» и 7 памятников природы [1].

Заказник «Сейдозеро» создан решением исполнительного комитета Мурманского областного Совета народных депутатов № 538 от 24.11.1982 [4] (рис. 1). Это был первый (!) комплексный заказник, созданный в Мурманской области, созданный в целях не только «улучшения охраны животного мира», но и «окружающего ландшафта озера Сейдозеро». Решением исполнительного комитета Мурманского областного Совета народных депутатов № 363 от 31.08.1983 площадь заказника была существенно увеличена. Однако, в границы заказника не вошел ряд прилегающих ценных природных комплексов и объектов.

В 2002 году Мурманской областной общественной организацией «Кольский центр охраны дикой природы» (КЦОДП) и Общественной организацией саамов Мурманской области было подготовлено обоснование реорганизации заказника, утвержденное Постановлением Правительства Мурманской области №96-ПП/5 от 31.03.2003. Границы заказника в этот раз остались неизменными, но были более широко определены задачи заказника: сохранение природной среды, природных ландшафтов, культурных объектов; сохранение исконной среды обитания, традиционного образа жизни, хозяйственной деятельности и промыслов коренного малочисленного народа Севера – саамов; сохранение рекреационных ресурсов и разработка и внедрение эффективных методов охраны природы, поддержания экологического баланса и сохранения биологического разнообразия в условиях рекреационного использования территории.

С начала 2000-х годов поток туристов в Ловозерские горы сильно возрос. В 2001–2012 гг. сотрудники ПАБСИ КНЦ РАН и КЦОДП проводили полевые работы в Ловозерских горах. На основании имеющихся материалов было предложено включить заказник «Сейдъявр» в проектируемый национальный парк «Хибины» в качестве отдельного кластера «Луяврурт» (рис. 1).

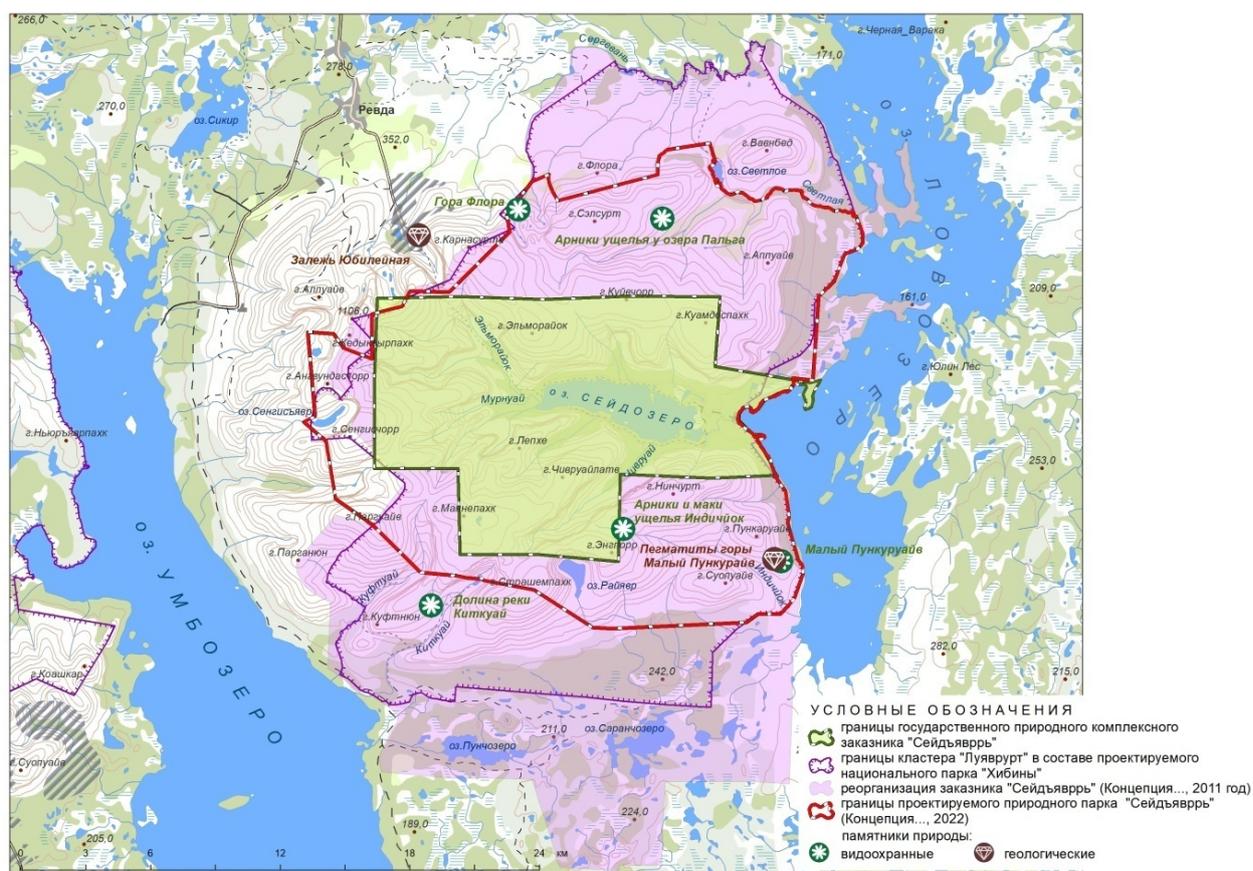


Рис. 1. Варианты границ реорганизации комплексного государственного заказника «Сейдозеро».

В Концепции функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий Мурманской области до 2018 года и на перспективу до 2038 г., утвержденной постановлением правительства Мурманской области от 24 марта 2011 г. № 128-ПП [3], было предусмотрено, что если не будет создан национальный парк «Хибины» в том числе на участке, расположенном в Ловозерских горах, необходима реорганизация заказника «Сейдъявр» с увеличением его площади в срок до 2018 г. При этом предполагалось существенно увеличить площадь заказника (см. рис. 1). Это позволило бы обеспечить сохранение объектов с высокой природоохранной и рекреационной ценностью, находящихся в настоящее время за пределами заказника и памятников природы.

Сегодня в Ловозерских горах сложились различные комбинации видов природопользования (северное оленеводство, туризм, любительское рыболовство, подземный поиск и разработка полезных ископаемых) и в такой ситуации для оптимальной охраны этих территорий необходимо зонирование. Исходя из экологической и рекреационной ценности в границах природного парка

предлагается выделить пять функциональных зон. Реорганизация заказника позволит защитить режимом особо охраняемой природной территории местообитания подавляющего большинства встречающихся в Ловозерском горном массиве краснокнижных видов растений и лишайников. Также это позволит решить несколько задач: сохранение природных комплексов, развитие устойчивого туризма, в том числе научно-познавательного, возможность функционирования предприятия горной промышленности, сохранение исконной среды обитания народа саамов, и их традиционного природопользования.

Реорганизация заказника «Сейдъяввр» в одноименный природный парк закреплена новой Концепцией функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий Мурманской области до 2025 года и на перспективу до 2035 года [2]. Предполагается, что площадь природного парка в сравнении с заказником «Сейдъяввр» существенно увеличится – с 17972 га до 37862 га. Также в границы природного парка войдет 5 из 7 существующих в Ловозерском горном массиве и расположенные в непосредственной близости от него региональных памятников природы. Также после реорганизации заказника под охраной окажется большее число известных местонахождений охраняемых объектов растительного и животного мира.

Работа выполнена в рамках государственных заданий ИППЭС КНЦ РАН и ПАБСИ КНЦ РАН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особо охраняемые природные территории Мурманской области. Информационные материалы. – Изд. 2-е. Мурманск-Апатиты. 2003. – 72 с.

2. Об утверждении Концепции функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий регионального значения Мурманской области до 2025 года и на перспективу до 2035 года: Постановление Правительства Мурманской области от 03.03.2022 г. № 135-ПП [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»: [сайт]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/578135176?section=text> (дата обращения: 29.03.2023).

3. Постановление Правительства Мурманской области от 24.03.2011 №128-ПП «О концепции функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий Мурманской области до 2018 года и на перспективу до 2038 года» [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»: [сайт]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/913520183> (дата обращения: 01.05.2023).

4. Решение исполнительного комитета Мурманского областного Совета народных депутатов от 24.11.1982 №538 «Об организации комплексного государственного заказника «Сейдозеро»» [Электронный ресурс] // Особо охраняемые природные территории России (ИАС «ООПТ РФ»): [сайт]. – Режим доступа: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/> %D0 %A1 %D0 %B5 %D0 %B9 %D0 %B4 %D1 %8A %D1 %8F %D0 %B2 %D0 %B2 %D1 %80 %D1 %8C (дата обращения: 01.05.2023).

### **СЕТЕВОЙ ПОДХОД – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИИ РЕДКИХ И ОХОТНИЧЬИХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**

*Бочарников В.Н.<sup>1</sup>, Труфанов А.И.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток*

*<sup>2</sup>Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск*

Сохранение диких животных в естественной среде обитания, в том числе восстановление численности и ареалов редких видов животных; восстановление, поддержание и увеличение численности охотничьих ресурсов, сохранение среды их обитания, путей миграции, мест гнездования, зимовки в условиях ведения хозяйственной деятельности на модельной территории; минимизация количества конфликтных ситуаций с крупными хищниками (амурский тигр) за счёт увеличения их кормовой базы на модельной территории. В рамках обозначенных выше актуальных задач, по соглашению с Министерством лесного хозяйства и контроля за объектами животного

мира Приморского края, была проведена поисков-методическая научно-исследовательская разработка, выборочные результаты которых авторы представляют в данном сообщении.

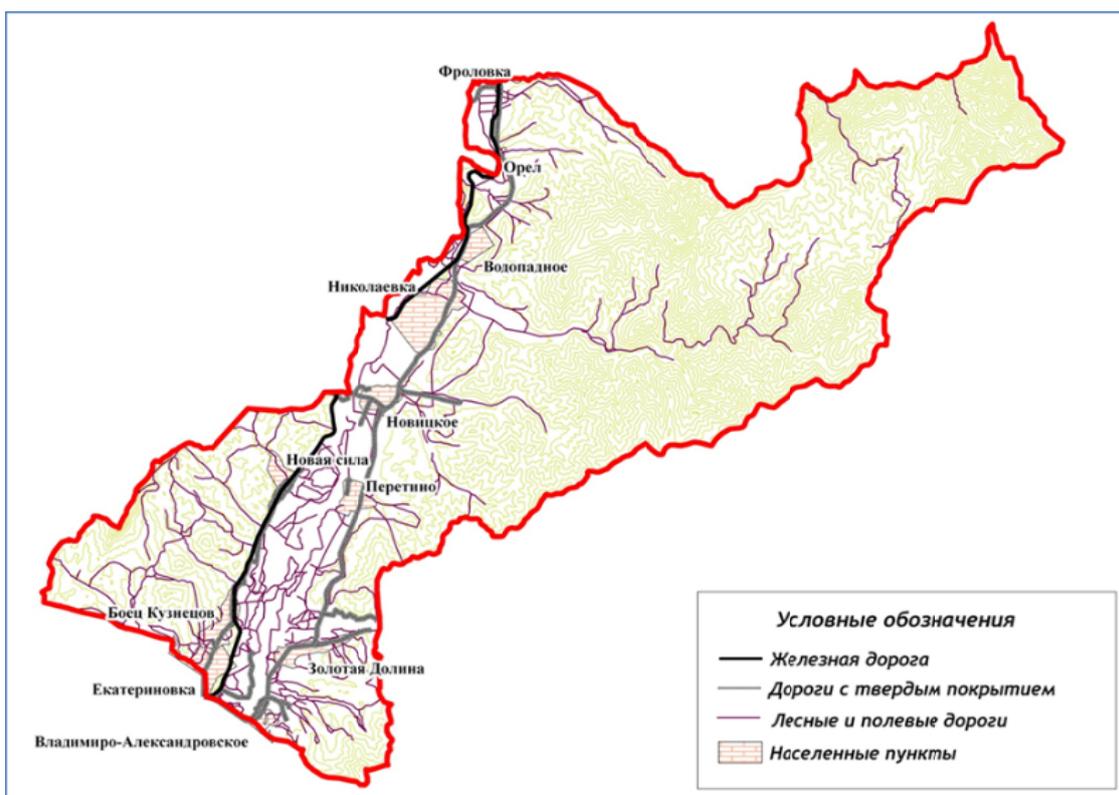


Рис. 1. Пример картосхемы местообитания амурского тигра на территории охотничьего хозяйства, выполненной охотпользователем в рамках анкетного опроса

Модельная территория расположена в пределах 4-х муниципальных образований Приморского края суммарной площадью 1051856,01 га, на юго-восточных отрогах горного массива Сихоте-Алинь между  $132^{\circ}30'20,575''\text{В}$   $42^{\circ}59'33,588''\text{С}$  и  $134^{\circ}29'58,747''\text{В}$   $43^{\circ}12'1,936''\text{С}$ . Уникальность местности заключается также и в наличии выхода к морю, большой площади, занятой ООПТ: Федерального государственного бюджетного учреждения «Объединенная дирекция Лазовского природного заповедника имени Л.Г. Капанова и национального парка «Зов тигра». Исследованная территория простирается в широтном направлении, общая протяженность составляет с севера на юг – 131,6 км, а с запада на восток – 164,2 км. В пределах имеется 21 закрепленное охотничье хозяйство, штат которых был опрошен устно, а также с помощью специальных анкет (Рис. 1). Полевые работы были проведены в октябре 2022 г., в натуральных обследованиях, анкетном, устных и онлайн опросах принимали участие: П.В. Баранов, В.Н. Бочарников и Е.А. Гребенников. Специальная работа, по картографированию наиболее предпочитаемых амурским тигром классов охотничьих угодий, выделенных на основе опросных сведений от охотпользователей модельного района, с технической помощью и советами Т.К. Музыченко, была выполнена авторами статьи (Рис. 2).

Особенным образом следует выделить применение сетевого подхода для расчетов географического распределения наблюдаемых в природе событий. Сетевая наука со сложными сетями в качестве своей основной сущности относительно недавно привлекла научные сообщества и своим разнообразным практическим потенциалом [2].

По данным натуральных исследований отпечатков тигра на заданной территории (несетеподобные исходные данные) формировались сети, при генерации сетей варьировалось значение порога близости. Поведение сетевых метрик (например числа генерируемых связей-ребер) в зависимости от порога  $R_0$  позволяет выявить особые точки (Рис. 3) и связать соответствующие значения порога с размерами участков обитания, коридорами между участками и др. масштабными параметрами.

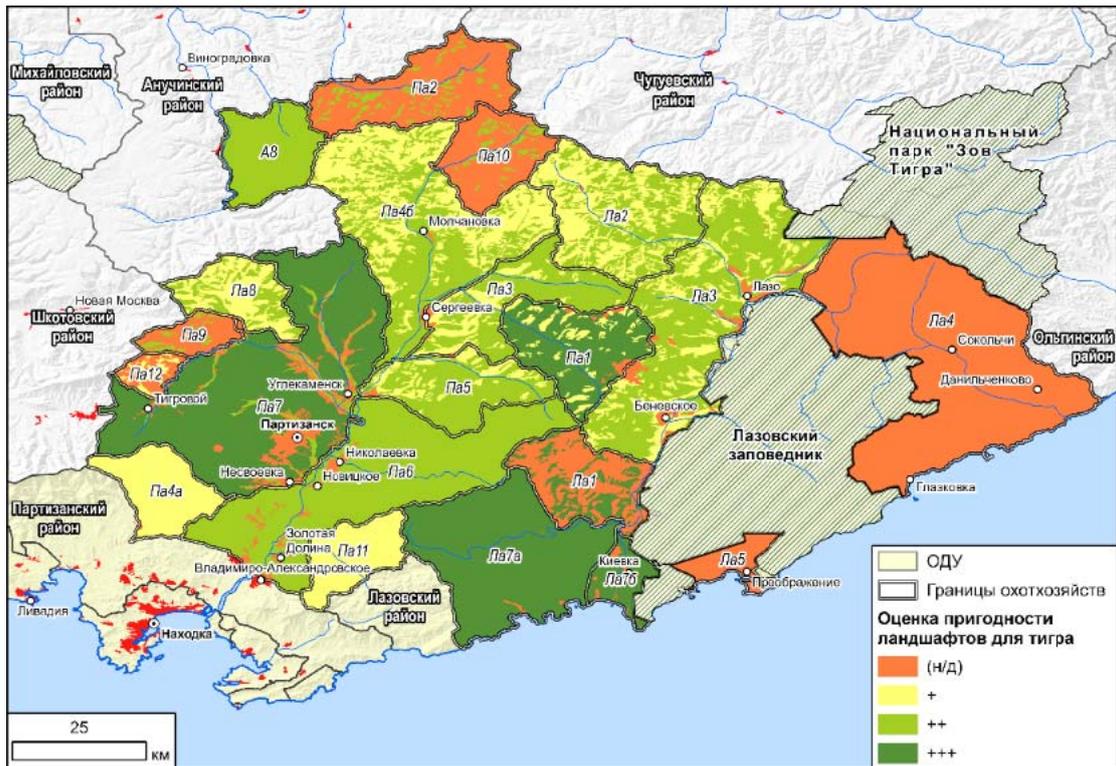


Рис. 2. Карта предпочитаемых амурским тигром местообитаний, составленная по материалам анкетного опроса охотпользователей в модельном районе Приморского края

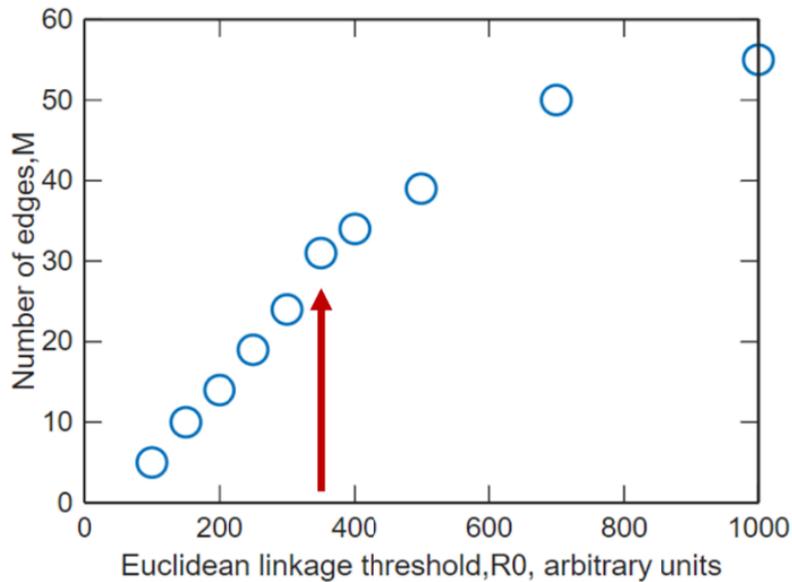


Рис. 3. Число ребер в сетях (территория охотхозяйства Па2) для различных R<sub>0</sub>.

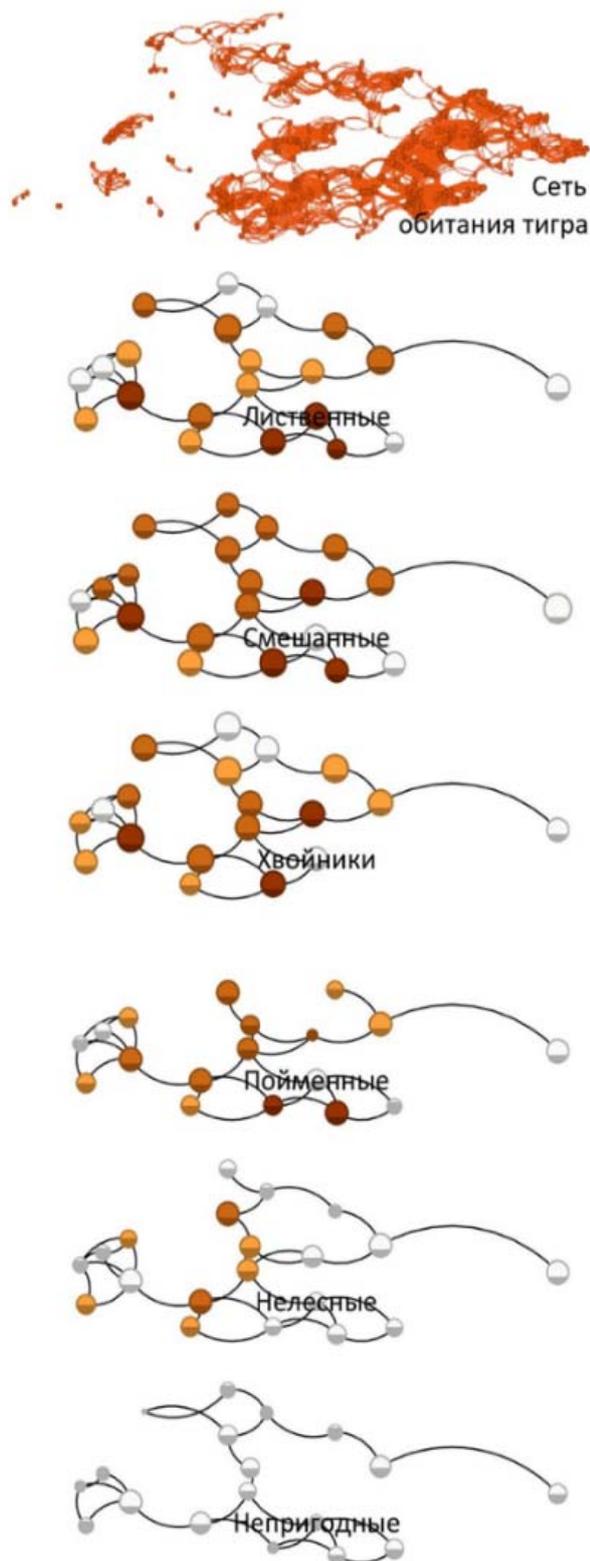
В данном исследовании для сетевой интерпретации следов тигра на территории охотхозяйств модельной территории применяется пространственная онтология, узлами которой являются зафиксированные следы, привязанные к координатам (lx,ly). Связь между узлами u и v одного типа (sort) с идентификаторами Id и во множестве узлов g.nodes графа g устанавливается по условию близости в двумерном евклидовом пространстве в соответствии с псевдокодом:

```
if(distance < R0 and v.Id > u.Id and v.sort == u.sort):
    g.addEdge(u, v)
```

т.е. добавлением ребер организуется простой неориентированный граф g, отражающий данную сетевую модель.

Здесь  $lat1 = v.ly/57.296$ ;  $lon1 = v.lx/57.296$ ;  $lat2 = u.ly/57.296$ ;  $lon2 = u.lx/57.296$ ;  $dlon = lon2 - lon1$ ;  $dlat = lat2 - lat1$ ;  $a = \sin(dlat / 2)^2 + \cos(lat1) * \cos(lat2) * \sin(dlon / 2)^2$ ;  $c = 2 * \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1 - a})$ ;  $distance = 6373.0 * c$  – расстояние в км;  $R_0$  – порог евклидовой близости.

На Рис. 4. представлены результаты сетевого анализа в сравнительном формате модели обитания тигра (порог 10 км) и пригодности ландшафтов на территориях охотучастков Партизанского и Лазовского районов ( порог 25 км). На рисунке позиции узлов соответствуют их географическим координатам, размеры узлов отражают пропорции ландшафтных участков; интенсивность цвета узла соответствует экспертной оценке пригодности ландшафта для обитания тигра, слои соответствуют типу ландшафтов.



Среди факторов, включающих в себя условия возможного риска существованию тигра в качестве значимых были выбраны: пригодность ландшафтов к обитанию животных [1], заселенность территории [4], хозяйственная деятельность (землепользование) [5] и дорожная сеть [3]. Эти факторы также могут быть проанализированы в рамках сетевой онтологии.

По результатам выполненной работы можно отметить, что сетевой подход может служить эффективным инструментом решения задач геоинформационного картографирования пространственной экологии редких видов животных. Эта возможность продемонстрирована на конкретном виде – амурском тигре в пределах Юго-Восточного Сихотэ-Алиня, на территории его постоянного обитания.

Рис. 4. Сетевые слои, отвечающие модели обитания амурского тигра, построенной по данным единовременного учета 2005 г., и пригодности ландшафтов на территориях охотучастков Партизанского и Лазовского районов .

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и МОКНСМ в рамках научного проекта № 20-57-44002. Авторы выражают признательность за помощь при сборе данных зам. министра А.Л. Суворову, инспектору Е.А. Гребенникову, охотоведу А.А. Курашову, сотрудникам отделов Министерства лесного хозяйства и контроля объектов животного мира Приморского края, генеральному директору НПО «Охотсервис» к.б.н. П.В. Баранову.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Doherty T. S. ,Driscoll D. A. Coupling movement and landscape ecology for animal conservation in production landscapes. Proc. R. Soc. В 2017, 285:20172272 DOI: 10.1098/rspb.2017.2272

2. Elek G., Babarczy E. Taming vagueness: the philosophy of network science. Synthese. 2022, 200, 68 . DOI:10.1007/s11229-022-03622-0
3. Fernandes N., Ferreira E.M., Pita R., Mira A., Santos S.M. The effect of habitat reduction by roads on space use and movement patterns of an endangered species, the Cabrera vole *Microtus cabraerae*. In: Santos S, Grilo C, Shilling F, Bhardwaj M, Papp CR (Eds) Linear Infrastructure Networks with Ecological Solutions. Nature Conservation . 2022, 47: 177–196. DOI:10.3897/natureconservation.47.71864
4. Mekonen S. Coexistence between human and wildlife: the nature, causes and mitigations of human wildlife conflict around Bale Mountains National Park, Southeast Ethiopia. BMC Ecol 2020, 20, 51. DOI: 10.1186/s12898-020-00319-1
5. Sanare J.E.; Valli D., Leweri C., Glatzer G., Fishlock V.,Treydte A.C. A Socio-Ecological Approach to Understanding How Land Use Challenges Human-Elephant Coexistence in Northern Tanzania. Diversity, 2022, 14, 513. DOI:/10.3390/d14070513

## **ОПЫТ СОЗДАНИЯ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»**

*Булдакова Е.В.*

*Институт геоэкологии им.Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН), Москва*

Изучение биоразнообразия лесов является приоритетным направлением согласно международной программе исследования лесов мира. Инвентаризация разнообразия лесных экосистем и достоверные методы оценки их современного состояния необходимы для решения различных экологических задач, в том числе оценки репрезентативности существующей сети ООПТ, повышения эффективности принятия управленческих решений в области охраны и рационального использования территории.

НП «Смоленское Поозерье» расположен в северо-западной части Смоленской области в пределах Демидовского и Духовщинского районов, площадь парка составляет 146,2 тыс. га. Этот объект имеет высокий природоохранный статус – с 2002 года национальному парку присвоен статус биосферного резервата под эгидой ЮНЕСКО. Инвентаризация биоразнообразия является одной из приоритетных задач в области научной и просветительской работы парка.

В настоящее время флора национального парка исследована более детально, чем растительность, поэтому задача инвентаризации экосистемного разнообразия и создания крупномасштабных геоботанических карт для всей его территории сохраняет свою актуальность.

Современные инструменты и технологии геоинформационного тематического картографирования позволяют создавать карты растительности используя разнородные данные (ДДЗ, материалы полевых исследований, материалы лесоустройства, литературные источники, открытые статистические данные), оперативно получать и интегрировать информацию о состоянии растительного покрова в единой ГИС среде, использовать платформенные решения по пространственному анализу полученных данных и визуализации готовых картографических продуктов. Однако всё это невозможно без знания методологических основ создания геоботанических карт, которые подробно раскрываются в публикациях многих авторов [1, 2, 3].

Для создания инвентаризационной карты современного растительного покрова в качестве одного из модельных участков была выбрана территория, расположенная в западной части НП «Смоленское Поозерье» с центром в пос. Прежевальское. Участок имеет почти прямоугольную форму, протяженность с севера на юг 14 км, а с востока на запад 7 км, включает в себя большую часть Куров-Борского лесничества.

В ботанико-географическом отношении территория района относится к биому восточноевропейских широколиственно-хвойных лесов. Территория отличается большим разнообразием ландшафтных условий, что обусловлено многообразием ледниковых форм рельефа (моренные холмы, гряды, озы, ложбины), относящиеся к Слободскому ландшафту Валдайской провинции [4].

В лесном покрове района исследования в результате длительного антропогенного воздействия (рубки, распахки, гари) преобладают вторичные хвойно-мелколиственные леса и

мелколиственные леса. Встречаются небольшие массивы широколиственно-еловых лесов, бореальных и субнеморальных сосняков и ельников, а также болотные комплексы. Существенную роль в структуре растительного покрова территории играют сельскохозяйственные угодья. Однако необходимо отметить, что при визуальном полевом обследовании в 2007, 2008 и 2010 гг., а также сопряжённом картографическом анализе карт лесоустройства (1997 г.) и космических снимков (2002, 2006, 2008 гг.) различного пространственного разрешения отмечается общая тенденция увеличения лесных площадей в основном за счёт естественного зарастания сельскохозяйственных угодий древесной растительностью.

Геоботаническая карта составлена в масштабе 1:25 000 на основе авторских результатов исследования, проходивших на территории парка в составе различных комплексных экспедиций в 2007, 2008 и 2010 гг., одновременных космических снимков различного разрешения со спутников IRS-1C/1D с пространственным разрешением до 5,8 м (даты съёмки 31.07.2002, 10.07.2005, 23.01.2006), а также ряда вспомогательных снимков со спутников Landsat7 и Terra, топографической карты, материалов лесоустройства, различных литературных источников и цифровой модели рельефа SRTM с пространственным разрешением 90 м.

Все имеющиеся источники пространственной информации были интегрированы и анализировались с помощью специализированных программных пакетов (ArcGIS, MapInfo). Дешифрирование космических снимков осуществлялось экспертным путём. Избыточность информации, выражающаяся в использовании мультивременных космических снимков и алгоритма нейронных сетей Кохокена, позволила в полуавтоматизированном режиме наиболее точно на первом этапе определить граничные условия тех или иных пространственных объектов и явлений.

Для отображения на карте современного растительного покрова была принята концепция эколого-динамической классификации В.Б. Сочавы (1972), согласно которой в легенде каждый эпитаксон включает коренное или условно-коренное сообщество и все его переменные состояния, образующиеся в результате различных процессов восстановления или деградации. Легенда построена по иерархическому принципу. Высшая единица легенды – тип растительности эколого-фитоценотической классификации (леса, луга, болота). Леса представлены различными классами формаций, которые на следующем уровне подразделяются на формации: бореальные и субнеморальные еловые, сосновые и сосново-еловые леса; широколиственно-хвойные – еловые с участием липы, дуба, клёна, режы вяза и ясеня в составе древостоев; мелколиственные включают берёзовые, ольховые и осиновые леса. Отдельно на карте показаны ивняки, которые встречаются небольшими массивами и приурочены, в основном, к долинным комплексам. На карте показаны массивы низинных и верховых лесных болот. Луговая растительность представлена сеянными лугами. Каждый выдел легенды имеет характеристику флористического состава доминирующих видов по ярусам. Всего легенда карты содержит 65 картируемых единиц, в том числе: лесные – 57, мелколесья и кустарники – 3, болота – 2, луговые – 1, агроценозы – 1, вырубки и лесокультуры – 2. Прочие объекты на карте (водные объекты, дороги, селитебная застройка) отражены самостоятельными единицами. Детализация в показе растительного покрова представленной территории достигнута за счёт картирования достаточно мелких типологических единиц, которые по объёму соответствуют классу ассоциаций, иногда их сочетаниям или комплексам, также в легенде карты используются безранговые сообщества.

При анализе полученной картографической модели современного растительного покрова, очевидным является его сложность и большая дробность, что свидетельствует с одной стороны о длительном антропогенном использовании этой территории (рубки, распашка), а с другой – о большом разнообразии почвенно-геоморфологических условий. В тоже время необходимо отметить, что здесь достаточно полно выражен зональный спектр формаций, представленный различными классами ассоциаций, что обусловлено спецификой потенциальных возможностей ландшафтов территории. Наиболее широкое распространение характерно для эпиассоциаций еловых и сосново-еловых лесов (59 %), которые определяют здесь общий облик лесного покрова, представленных папоротниково-кислично-широколистными лесами. Вторичные длительно-производные лесные сообщества занимают значительные площади и, в основном, представлены берёзовыми и сероольховыми формациями, которые образуются не месте вырубок и при зарастании бывших сельскохозяйственных угодий.

Картографический анализ составленной карты растительности модельной территории позволяет выявить ценотическое разнообразие лесной растительности района, фиксирует её пространственную структуру. Подобные карты являются основой для организации мониторинга биоразнообразия, выявления ценотических спектров в различных ландшафтно-экологических

условий и сравнение со спектрами потенциального растительного покрова. Для дальнейшего анализа полученной модели современного растительного покрова она была сопряжена с данными лесной таксации (возрастной состав, средний бонитет, запас древесины в м<sup>3</sup>/га, видовое разнообразие основных лесообразующих пород), это дало возможность провести оценку сложившейся структуры растительного покрова и получить количественные характеристики для каждого выдела.

В настоящее время планируется провести работу по актуализации полученной карты растительности для отработки методики оперативной актуализации данных в среде ГИС и верификации значимых параметров древостоя при оценке современного состояния лесного покрова при поведении мониторинга состояния лесов на основе ДДЗ.

Карта растительности полученная для модельного участка в западной части НП «Смоленское Поозерье» отражает пространственную и типологическую структуру растительного покрова на 2008 г. На её основе можно оценить характер и интенсивность естественной динамики лесного покрова в условиях ООПТ и разработать оптимальные сценарии управления лесными ресурсами для всего региона в целом.

С точки зрения сохранения биоразнообразия и поддержания генофонда основных лесообразующих пород зональные типы сообществ в районе исследования представляют наибольшую ценность, что подтверждается их составом и структурой, а также основными лесохозяйственными характеристиками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение биоты. Иркутск: Изд-во «Облмашинформ», 2002. 160 с.
2. Емельянова Л.Г., Огуреева Г.Н. Биогеографическое картографирование. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2006. 132 с.
3. Сочава В.Б. Районирования природные: комплексные и геоботанические // Геоботаническое картографирование. Л.: Наука, 1979. С. 3-7.
4. Шкаликов В.А. Ландшафты юго-запада нечернозёмной зоны и их рациональное использование (на примере Смоленской области). Смоленск: «Универсум», 2004. 632 с.

#### ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В ЕВРЕЙСКОЙ АО (1998–2022 гг.)

*Владимиров И.В., Букликов А.В., Орлов Д.С., Коренной Ф.И., Малхазова С.М.  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва\*  
ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в Еврейской АО, г. Биробиджан\*\**

**Введение.** Ситуация по природноочаговым заболеваниям является одним из важных показателей эпидемической ситуации в регионах РФ. Потепление климата оказывает прямое влияние на распространение иксодовых клещей и клещевых инфекций, представляя угрозу для здоровья человека. В связи с недостаточной изученностью Еврейской автономной области (ЕАО) в аспекте распространения клещевых инфекций этот регион представляет особый интерес для анализа. В регионе ежегодно публикуются отчеты Роспотребнадзора с данными об инцидентности по клещевым инфекциям и их возбудителям: *Tick-born encephalitis virus*, *Borrelia burgdorferi (s.l.)*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Rickettsia sibirica* [3]. Однако подробные данные по динамике численности иксодовых клещей встречаются крайне редко, а данные о доле зараженности клещей и их активности с привязкой к территории в литературе отсутствуют.

**Материалы и методы.** В работе использованы архивные данные из лабораторных журналов и отчетов ФБУЗ Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО (видовой состав, статистика нападения клещей, места нападения, случаи выделения из клещей возбудителей инфекций и др.). Также были использованы ежегодные отчеты о зоологических исследованиях. Геопространственная база данных была составлена при помощи программы Microsoft Excel. Карты построены в ArcGIS Pro.

**Результаты.** ЕАО представляет из себя небольшой (36.271 км<sup>2</sup>) дальневосточный регион РФ. Экосистемное разнообразие территории формируется в рамках двух биомов (Амуро-Уссурийский

подтаёжный и Среднесихотэ-Алиньский хвойно-широколиственный) [1]. На территории области встречается шесть видов иксодовых клещей, представляющих эпидемиологическую опасность: *I. persulcatus*, *I. pavlovskyi*, *D. silvarum*, *D. reticulatus*, *H. japonica*, *H. concinna* [2, 3]. Доминантными видами являются *I. persulcatus* и *H. concinna* (рис. 1). Виды *D. silvarum* и *H. japonica* присутствуют в ежегодных отловах, но встречаются редко. Остальные два вида встречаются очень редко и, возможно, заносятся мигрирующими птицами.

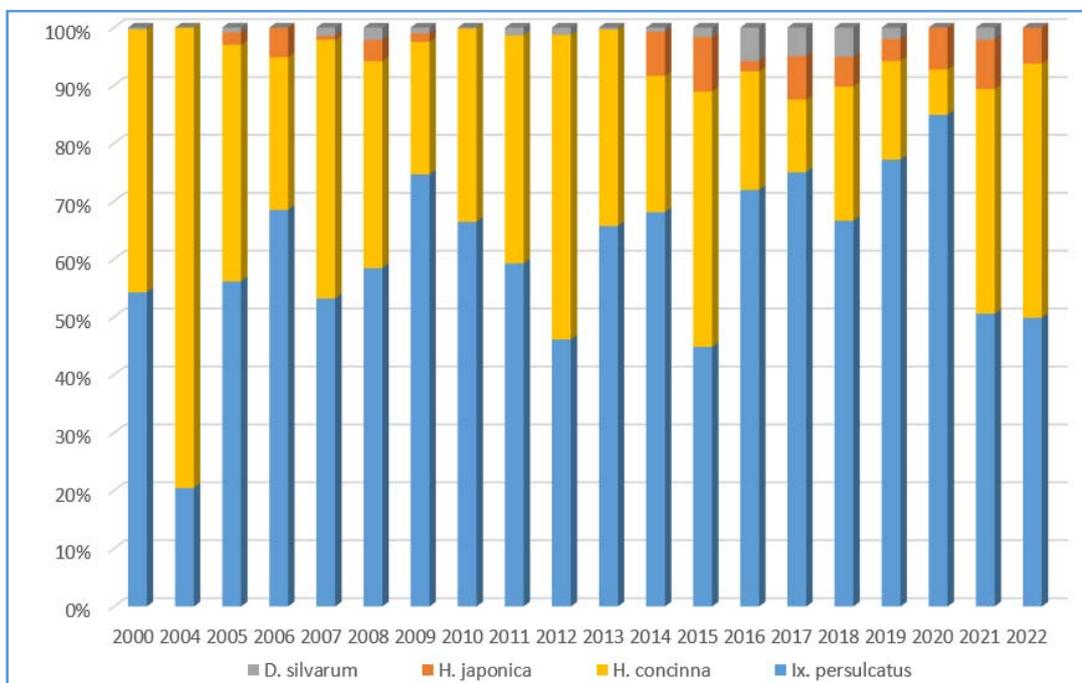


Рис. 1. Доля видов иксодовых клещей в ежегодных отловах в ЕАО, 2000–2022 гг.

Активность доминантных видов иксодовых клещей на территории ЕАО исследуется службой Роспотребнадзора в период с апреля по июль. В основе изучения активности лежит методика сбора клещей на флаг за единицу времени. Исходя из полученных данных, динамика активности клещей сильно варьирует по годам (рис. 2). Это может быть связано с разными факторами: климат, численность прокормителей, масштаб акарицидных обработок и др. При этом однозначную связь с отдельным фактором проследить трудно, что объясняется сложным совокупным действием разных факторов на популяционные волны клещей.

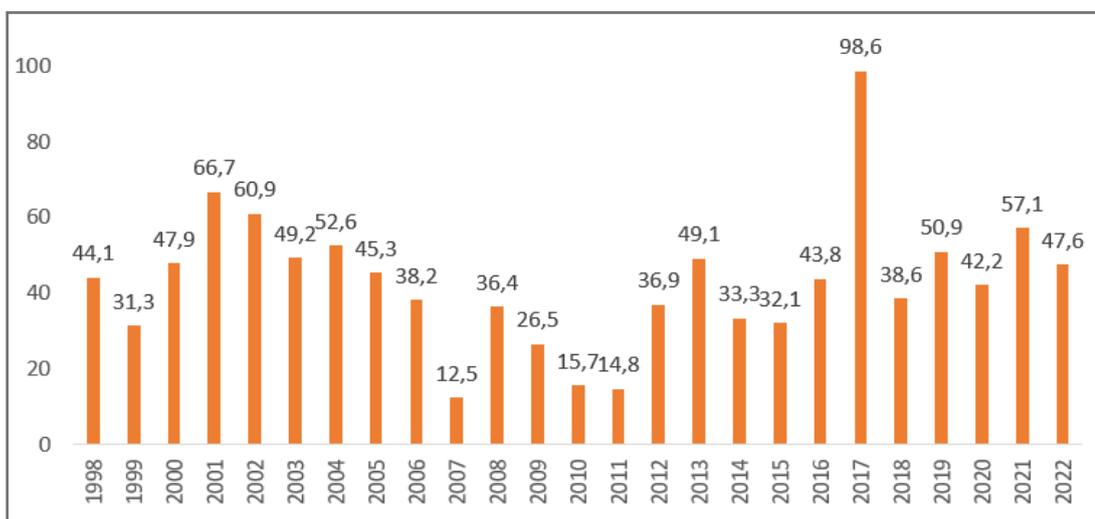


Рис. 2. Численность иксодовых клещей в ЕАО (особей на флаго/час), 1998–2022 гг.

Все описанные виды клещей на территории ЕАО являются переносчиками возбудителей пяти заболеваний: клещевой вирусный энцефалит (КВЭ), иксодовые клещевые боррелиозы (ИКБ), сибирский клещевой тиф (СКТ), гранулоцитарный анаплазмоз человека (ГАЧ), моноцитарный эрлихиоз человека (МЭЧ). Самый большой процент зараженности клещей приходится на возбудителей боррелиоза – 22 % (табл. 1). Стоит отметить, что зараженность клещей возбудителями СКТ, ГАЧ и МЭЧ регистрируется в ЕАО только начиная с 2013 г., что, по-видимому, связано с оснащением лабораторий специальными тест-наборами для определения этих инфекций.

**Таблица 1.** Зараженность клещей возбудителями инфекций ( %), 2006–2022 гг.

Год	<i>TBE virus</i>	<i>B. burgdorferi</i>	<i>A. phagocitarum</i>	<i>E. chaffeensis</i>	<i>R. sibirica</i>
2006	1,2	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных
2007	1,3	5,1	нет данных	нет данных	нет данных
2008	2,4	8,2	нет данных	нет данных	нет данных
2009	2,2	12,2	нет данных	нет данных	нет данных
2010	1,9	11,6	нет данных	нет данных	нет данных
2011	1,8	25,0	нет данных	нет данных	нет данных
2012	5,6	10,6	нет данных	нет данных	нет данных
2013	4,1	15,6	5,4	1,2	1,3
2014	2,8	54,3	25,7	0,4	2,1
2015	0,3	19,2	7,2	1,2	5,2
2016	3,7	29,2	15,7	2,4	11,1
2017	0,3	30,4	9,9	0,9	9,1
2018	0,2	27,7	5,4	0,6	12,3
2019	0,7	32,8	8,8	0,4	9,5
2020	0,8	31,2	8,6	1,1	9,0
2021	0,1	24,6	5,3	3,5	3,1
2022	0,0	12,5	2,0	0,2	14,5
средняя	1,7	21,9	9,4	1,2	7,7

Возбудителей указанных инфекций в лабораторных условиях выделяют из клещей ежегодно, что говорит об устойчивом функционировании природных очагов на территории ЕАО. Выводы о расположении природных очагов инфекций можно сделать, анализируя карты с местами укусов людей, зараженными клещами ЕАО. Так, наибольшее количество инфицированных клещей зарегистрировано на территории Облученского и Биробиджанского районов (рис. 3). Однако полученные карты также указывают и на приуроченность инфицированных клещей к антропогенно-нарушенным территориям (города, дачные кооперативы, автомагистрали и т. п.). Таким образом, для уточнения расположения и площади природных очагов необходимы данные по выделению возбудителей из иксодовых клещей, собранных в природных биотопах.

**Заключение.** Подводя итог, отметим, что доминантными видами иксодовых клещей в ЕАО являются *I. persulcatus* и *H. concinna*. Самый большой процент зараженности клещей приходится на возбудителей боррелиоза – 22 %. Наибольшее количество клещей, инфицированных *B. burgdorferi*, *A. phagocitarum*, *R. Sibirica*, зарегистрировано на территории Облученского и Биробиджанского районов. Случаи инфицирования клещей *TBE virus* и *E. chaffeensis* редки и не позволяют сделать вывод о локализации природных очагов инфекций.

**Благодарности.** Исследование выполнено в рамках проекта РНФ № 21-47-00016 «Новые и возвращающиеся природно-обусловленные инфекционные заболевания в Китае и России: пространственно-временной анализ и оценка трансграничных рисков». Авторы благодарят Копылова П.В. – руководителя Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по ЕАО.

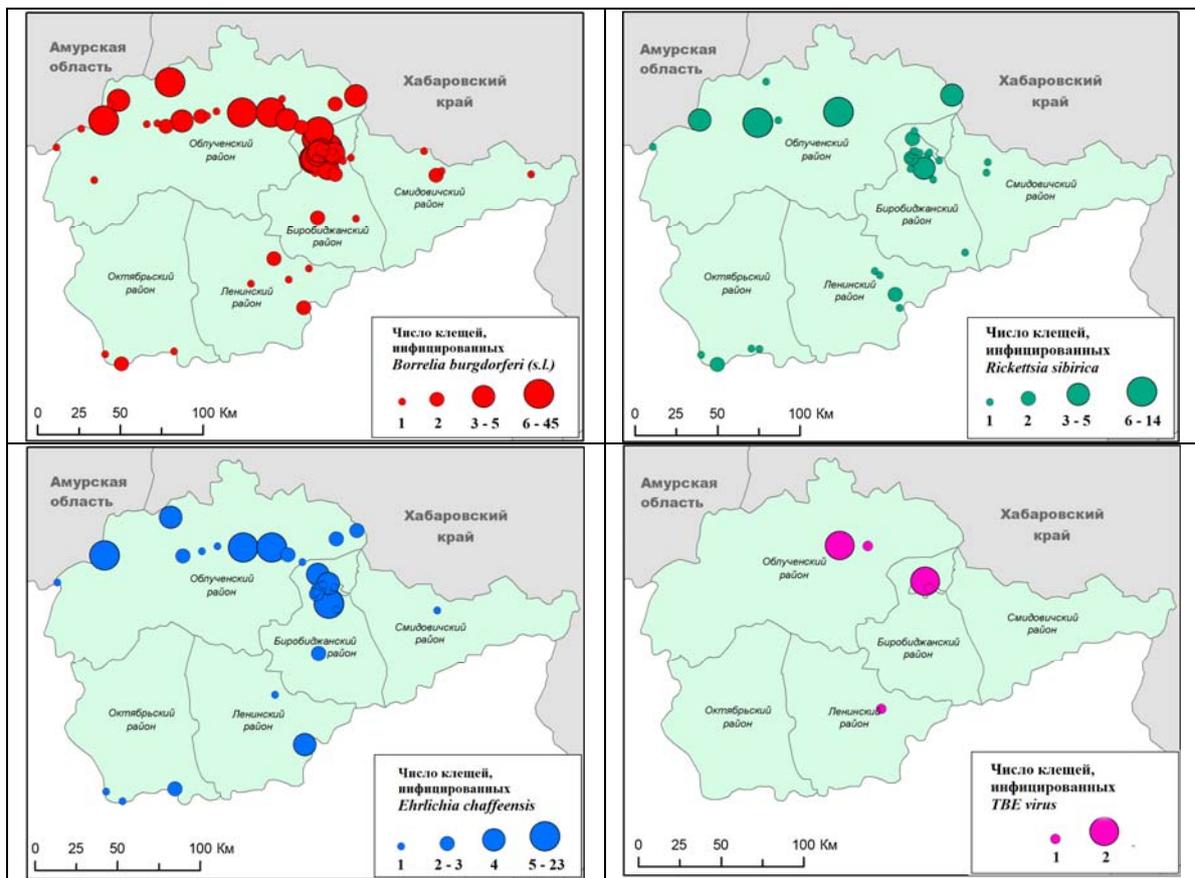


Рисунок 3. Места нападения инфицированных клещей, 2018–2022 гг.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огуреева Г.Н., Леонова Н.Б., Булдакова Е.В. и др. Карта биомов России. – Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018.
2. Болотин Е.И. Иксодовые клещи российского Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО РАН, 1999, 112 с.
3. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по ЕАО, Электронный ресурс (дата обращения 05.06.2023). <https://79.rospotrebnadzor.ru/364>.

#### ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИНВАЗИИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЕСА

Волкова Е.С., Мельник М.А.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск

Во многих регионах мира крупные вспышки массового размножения насекомых-вредителей леса происходят довольно часто и наносят большой урон лесному хозяйству [1]. Если для лесных ареалов, где насекомые-дендрофаги обитают в естественной среде, их воздействие на насаждения достаточно изучено, то распространение инвазивных видов трудно поддается прогнозу. Попадая в новую среду обитания, они успешно приспосабливаются к внешним условиям, активно колонизируют новые территории и способны нанести колоссальный ущерб лесному фонду. Серьезную ситуацию в лесах Западной Сибири, инициируемую такими инвазийными вредителями, как уссурийский полиграф и союзный короед, констатируют сибирские ученые [3, 4, 5].

Важными научно-практическими задачами в рамках изучения процессов инвазии насекомых-вредителей леса являются: пространственно-временная оценка деградации лесов, определение возможных рисков и последствий для сферы лесопользования, а также прогноз распространения

вредителей. Эти задачи наиболее наглядно и оперативно реализуются методами современного картографирования с привлечением ГИС-технологий. Преимущество их использования состоит в возможностях хранения, обработки и отображения большого объема информации, включающей в себя цифровые и картографические характеристики, полученные в ходе сбора данных наземного и дистанционного наблюдений, как по усыханию лесных насаждений, так и по активности самого вредителя.

Особенности картографирования процессов инвазии *насекомых-дендрофагов* определялись в рамках изучения двух видов вредителей: уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf), который привел к деградации пихтовых лесов на территории Томской области, а также союзного кородея (*Ips amitinus* Eichh.), вызвавшего массовое усыхание припоселковых кедровников.

Для наполнения и систематического обновления базы геоданных использовались результаты полевых исследований сотрудников лаборатории мониторинга лесных экосистем ИМКЭС СО РАН, ежегодные отчеты Департамента лесного хозяйства Томской области, Филиала ФБУ «Российский центр защиты леса» и др.

Банк геоданных на базе программного пакета ArcGis включает в себя картографический архив, каталог тематических баз данных и материалы полихронной аэрофотосъемки сверхвысокого разрешения. Картографический архив состоит из электронных слоев: топографическая основа, схемы лесохозяйственного районирования и административно-территориального деления, местоположения пробных площадок, населенных пунктов и метеостанций, дорожно-транспортная сеть. При этом слои соответствуют определенному классу пространственных объектов, а пространственные геоданные приводятся к единой системе координат с учетом проекций, искажений и уровня генерализации.

Поскольку процессы инвазии вредителей хорошо отслеживаются по динамике деградации древесных насаждений, то тематические данные включают следующие показатели: основные таксационные характеристики насаждений (тип леса, породный и возрастной состав, запас, средний и текущий прирост, класс бонитета и др.), долю усыхания насаждений, средневзвешенную категорию состояния насаждения, среднюю скорость отмирания деревьев в очагах вредителей. Для анализа природно-климатических факторов, способствующих распространению вредителя в базу данных включены также метеопоказатели: суммы эффективных температур  $+10^{\circ}\text{C}$ , при которых формируется оптимум для жизнедеятельности вредителей в период активного размножения; сильные ветры, увеличивающие массовые ветровалы и буреломы и создающие обильную пищевую базу для кородея; пожары, которые ослабляют устойчивость лесов, что способствует распространению вредителя.

Одна из особенностей картографирования процесса инвазии заключается, прежде всего, в том, что для каждого уровня территориальной иерархии ставится определенный ряд задач и отсюда применяются разные методы и стили картографического отображения. Так, например, детальную локальную оценку насаждений в очагах размножения вредителя по степени опасности дальнейшего заселения на неповрежденные деревья лучше всего проводить с помощью методов пространственного моделирования на основании обследования состояния древостоя с помощью аэрофотосъемки [2]. На рис. 1 представлены карты для модельных площадок в Прикульском участковом лесничестве Томской области, где уссурийский полиграф нанес ощутимый урон пихтарникам. Полученные с помощью метода интерполяции результаты обследования пихты показывают степень повреждения пихтового древостоя и границы заселения вредителя (рис. 1А). Использование метода плотности ядер позволило рассчитать количество «заселенных» вредителем деревьев на единицу площади и увидеть зарождение крупного очага (рис. 1Б).

Более масштабная экспансия союзного кородея на уровне территории Томской области показана на рис. 2. В качестве основы для процедуры интерполяции по точечным объектам (метеостанции) был выбран показатель благоприятности погодных условий для распространения вредителя, также учтены комплексные значения показателя риска распространения союзного кородея в разрезе лесничеств и местоположение основных очагов вредителя. Выявленные особенности наблюдаемой вспышки размножения союзного кородея позволяют прогнозировать рост площади очагов инвайдера по всей области и проследить направленность процесса.

Таким образом, оценка масштабов деятельности вредителей леса проводится комплексом методов: наземным мониторингом, созданием и дешифрированием аэроснимков, средствами ГИС, позволяющими делать полномасштабную оценку лесопатологического состояния насаждений и давать прогноз зарождения и распространения очага на разных уровнях территориальной иерархии.

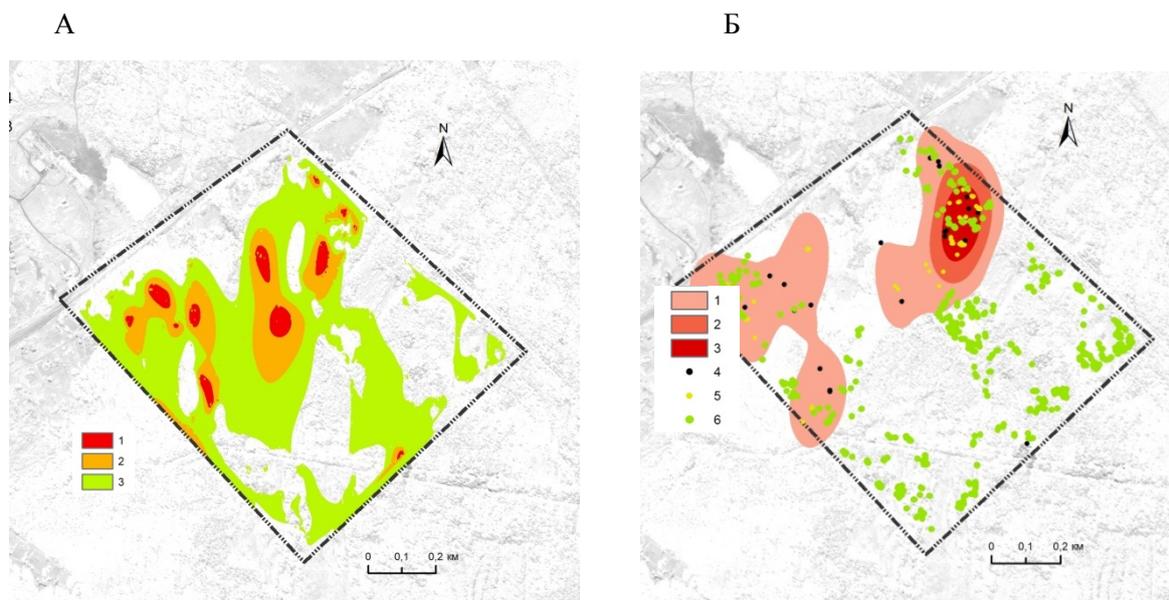


Рис. 1. Поврежденность пихтового леса в очагах размножения уссурийского полиграфа на пробной площадке в Прикульском участковом лесничестве на 12.08.2017 г.

А – Степень поврежденности пихтовых насаждений: 1 – сильно поврежденные, 2 – незначительное повреждение, 3 – не поврежденные.

Б – Плотность повреждений пихты в древостое: 1 – высокая, 2 – средняя, 3 – сильная; состояние пихты: 4 – погибшее дерево, 5 – ослабленное дерево, 6 – здоровое дерево.

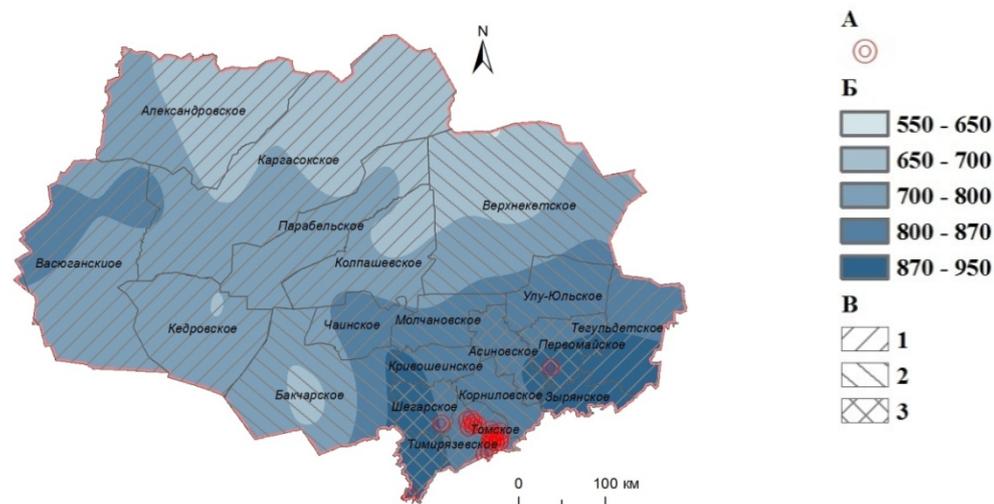


Рис. 2. Районирование территории Томской области по риску возникновения очагов массового размножения союзного короеда. А – активные очаги; Б – среднее значение годовой суммы эффективных температур  $+10^{\circ}\text{C}$ ; В – степень риска: 1 – низкая, 2 – средняя, 3 – высокая.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гниненко Ю. И. Новые инвазивные вредители леса в России, проникшие в леса в начале XXI века // Вестник МГУЛ. Лесной вестник. 2011. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-invazivnye-vrediteli-lesa-v-rossii-pronikshie-v-lesa-v-nachale-hhi-veka> (дата обращения: 10.04.2023).
2. Керчев И.А., Волкова Е.С., Мельник М.А. Возможности ГИС для изучения процессов инвазии распространения уссурийского полиграфа в пихтовых лесах Сибири // Вестник СГУГиТ. 2021. Т.26. №4. С.44-54. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-4-44-54.

3. Керчев И.А., Кривец С.А., Бисирова Э.М., Смирнов Н.А. Распространение союзного кородея *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 4. С. 77–84.

4. Керчев И.А., Мандельштам М.Ю., Кривец С.А., Илинский Ю.Ю. Союзный короед *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) – новый чужеродный вид в Западной Сибири // Энтомологическое обозрение. 2019. Т. 98. № 3. С. 592–599.

5. Уссурийский полиграф в лесах Сибири: распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений: методическое пособие / С.А. Кривец, И.А. Керчев, Э.М. Бисирова, Н.В. Пашенова, Д.А. Демидко, В.М. Петько, Ю.Н. Баранчиков. Томск–Красноярск: УМИУМ. 2015. 48 с.

## **КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БОЛОТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СОЗДАВАЕМОЙ ООПТ «ПРИРОДНЫЙ ПАРК ЗВОЗСКИЙ», АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ**

*Галанина О.В.<sup>1,2</sup>, Короткая Е.А.<sup>2</sup>, Смирнова М.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет*

На территории Архангельской области болота занимают 14 %, или 5823,3 км<sup>2</sup>. Однако, если рассмотреть структуру земель особо охраняемых природных территорий в регионе, то на долю болот будет приходиться всего 0,4 % [5].

Общая площадь карстующихся пород в Архангельской области составляет 100.1 тыс. км<sup>2</sup> [8]. К выходам карбонатных и сульфатных пород здесь приурочены сообщества, отличающиеся высоким фиторазнообразием и присутствием редких и краснокнижных видов.

Одной из территорий, характеризующихся наличием карстопоявлений, является создаваемая ООПТ «Природный парк Звозский» (Холмогорский р-н). Территория парка отличается высокой степенью заболоченности, болотные массивы расположены как на левом, так и на правом берегу Северной Двины.

Согласно районированию Н.Я. Каца [6], болота на территории ООПТ относятся к зоне выпуклых олиготрофных торфяников, Печерско-Онежской провинции олиготрофных грядово-мочажинных торфяников. Данная провинция находится в пределах последнего оледенения, где после отступления ледника на обширных бессточных равнинах образовались крупные ледниковые озера. Выровненный эрозионный рельеф, осадки водоемов и подходящие климатические условия способствовали широкому развитию болот на данной территории. Преобладающий тип болот – олиготрофный, однако в местах близкого залегания известняков встречаются евтрофные гипновые болота.

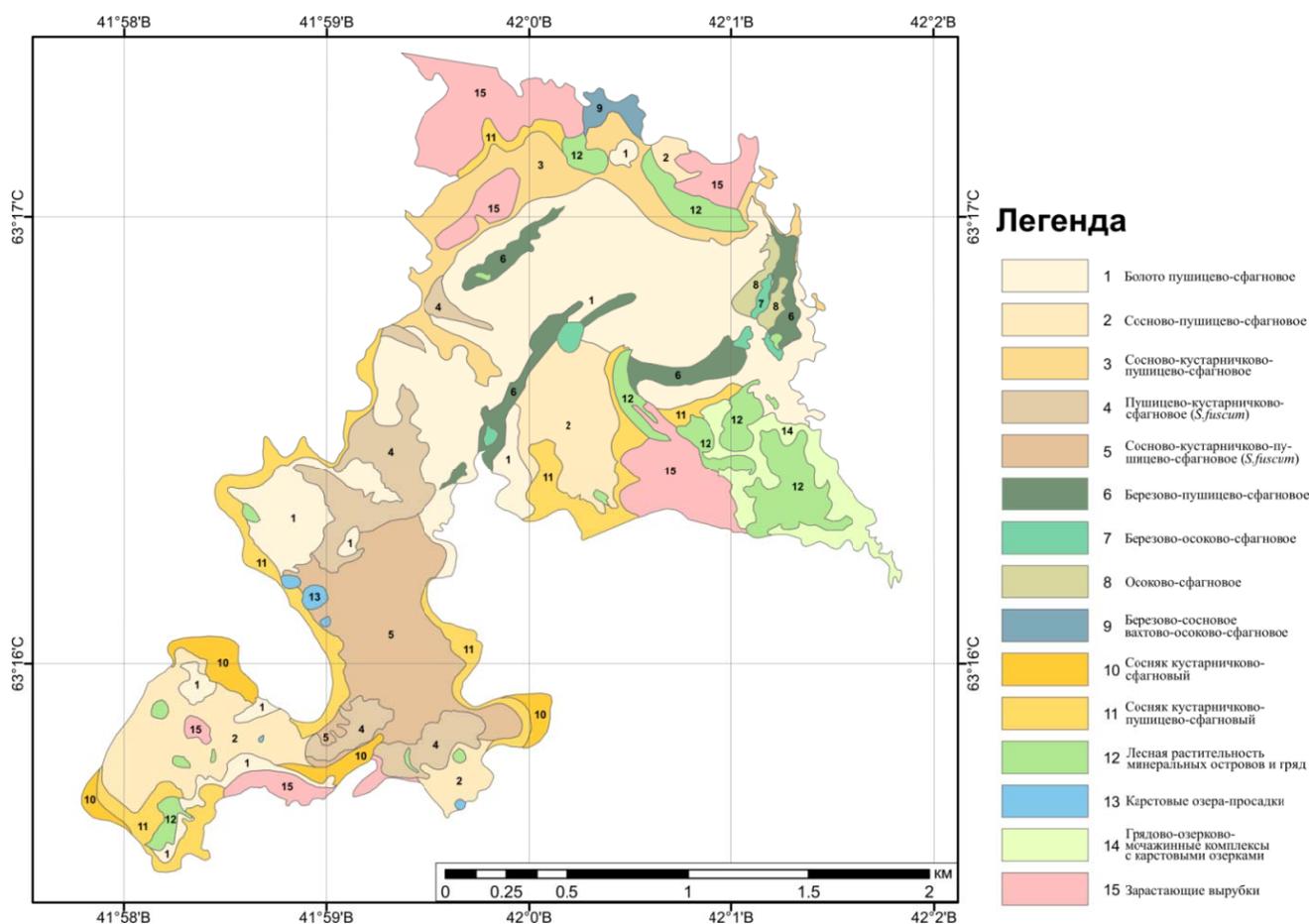
М.С. Боч и В.В. Мазинг [1] предложили районирование, согласно которому природный парк «Звозский» находится в пределах зоны выпуклых грядово-мочажинных болот Северо-Восточноевропейской провинции.

Болота на территории парка и прилегающих участках изучались в 2013–2015 гг. [4]. В качестве объекта исследования в 2022 г. был выбран болотный массив Осиновское (63°16'44.80"N, 42°0'12.56"E). Данный массив – наиболее крупный из лежащих в границах ООПТ; его площадь составляет 4,978 км<sup>2</sup>. Он находится в пределах надпойменной террасы на левом берегу Северной Двины к западу от д. Звоз. Торфяная залежь является переходной; её максимальная мощность составляет 2,8 м, а средняя – 1,4 м [7].

При составлении крупномасштабной карты в качестве эталонов дешифрирования были использованы созданные ранее карты близлежащих болот у д. Звоз и д. Заборье [3]. В результате в программе ArcMap 10.8 была составлена карта растительности болотного массива в масштабе 1:25 000, оформление легенды – в программе InkScape (рис.).

Полевой этап работы был проведен в августе 2022. Его цель заключалась в верификации границ и названий сообществ, ранее отдешифрированных с помощью спутниковых снимков. В ходе выполнения геоботанического профилирования при смене растительных сообществ выполнялись полные геоботанические описания на площадке 10\*10 метров, измерялся уровень болотных вод.

Каждое описание фиксировалось с помощью GPS-навигатора. Всего в результате работы было заложено 4 профиля и сделано 28 полных геоботанических описаний.



Карта растительности болотного массива Осиновское (Е.А. Короткая)

Данный болотный массив можно отнести к верховым грядово-мочажинным болотам, характерным для данного района. Преобладают олиготрофные сообщества, из которых наибольшую площадь занимают открытые пушицево (*Eriophorum vaginatum*)-сфагновые (*Sphagnum angustifolium*) ковры с редкими кочками с кассандрой (*Chamaedaphne calyculata*). Центральная часть массива, наиболее выделяющаяся на космических снимках характерным темно-коричневым цветом, представляет собой сосново-кустарничково (*Empetrum nigrum*, *Chamaedaphne calyculata*)-пушицево (*Eriophorum vaginatum*)-сфагновое (*Sphagnum fuscum*) болото. Темный тон контура на спутниковых изображениях связан с доминированием в ковре сфагнума бурого. В юго-западной части массива распространены сосново-пушицево (*Eriophorum vaginatum*)-сфагновые (*Sphagnum angustifolium*) сообщества.

Окраинные части болота занимают редкостойные сосняки кустарничково-сфагновые и кустарничково-пушицево-сфагновые с невысокой сосной (7–9 м). Лесная растительность представлена на минеральных островах и грядах. Это сосново-еловые и елово-сосновые леса с *Picea obovata* и доминированием в травяно-кустарничковом ярусе брусники (*Vaccinium vitis-idaea*), черники (*Vaccinium myrtillus*), хвоща (*Equisetum sylvaticum*) и мхов (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*).

Мезо-олиготрофные сообщества занимают небольшие площади и приурочены в основном к затопленным минеральным грядам, окраинным частям болота или карстовым озерам-просадкам. К ним относятся березово-осоково (*Carex rostrata*, *C. cinerea*)-сфагновые (*Sphagnum angustifolium*, *S. riparium*) и осоково (*Carex rostrata*)-сфагновые (*Sphagnum angustifolium*) сообщества с *Betula pubescens*. Мезотрофные сообщества представлены лишь небольшим контуром в северной части массива: это березово-сосновое вахтово (*Menyanthes trifoliata*)-осоково (*Carex nigra*)-сфагновые (*Sphagnum fallax*) фитоценозы.

Грядово-озерково-мочажинные комплексы с карстовыми озерами сформировались в юго-восточной окраинной части массива Осиновское. Они представляют собой скопления плоских гряд и неориентированных зарастающих озерков неправильной формы, в ряде случаев имеющих округлые очертания [3].

Болотная растительность характерна для верховых болот таежной зоны европейской России. Преобладание ассоциаций с доминированием и содоминированием *Sphagnum angustifolium* свидетельствует об относительной молодости болотообразовательного процесса и, как следствие, мелкой торфяной залежи на большей части болотного массива. Грядово-мочажинные комплексы для болота Осиновское не характерны и только начинают формироваться [2].

Полевые исследования показали, что при дешифрировании космических снимков удалось достаточно точно установить границы между различными сообществами и пре-карта, выполненная на подготовительном этапе, хорошо отражает пространственную структуру массива. Внесенные в карту изменения были связаны с генерализацией и объединением контуров, а также установлением границ массива.

В целом, массив состоит из нескольких мелкозалежных болот, возникших в результате суходольного заболачивания и находящихся на верховой стадии развития. Карстопроявления на территории болотного массива представлены, в основном, в его окраинных частях. Это озера-просадки, а также многочисленные озера в северо-восточной части массива.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боч М.С., Мазинг В.В. Экосистемы болот СССР. – Л.: Наука, 1979. – 183 с.
2. Галанина О.В., Макарова М.А., Короткая Е.А. Болота ООПТ «Природный парк Звонский» (Архангельская область) // Исследования Русского Севера: экология, история, наследие. Материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) к 200-летию со дня рожд. Н.Я. Данилевского (Вологда, 25–27 октября 2022 г.). – Вологда: Вологодский ГУ, 2022. – С. 281–284.
3. Галанина О.В., Тюсов Г.А. Опыт картографирования растительности болотных массивов, сформированных в условиях карстопоявлений (Архангельская область) // VIII Галкинские Чтения // Материалы конф. (Санкт-Петербург, 2–3 февраля 2017 г.) – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. – С. 27–30.
4. Галанина О.В., Филиппов Д.А., Носкова М.Г. Изучение болот левобережья реки Северная Двина (Холмогорский район, Архангельская область) // Сохранение и изучение гео- и биоразнообразия на ООПТ Европейского Севера России. Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию заповедника «Пинежский», 2-5 сентября 2014 г., п. Пинега. – Ижевск. 2014. – С. 65-69.
5. Доклад. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2021 год / отв. ред. О.В. Перхурова // ГБУ Архангельской области «Центр природопользования и охраны окружающей среды». – Архангельск: САФУ, 2022. – 468 с.
6. Кац Н.Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. – М.: Географгиз, 1948. – 320 с.
7. Торфяной Фонд РСФСР. Архангельская область. – М., 1958. – С. 263.
8. Шаврина Е.В., Малков В.Н., Гуркало Е.И. Особенности развития и распространения карста Архангельской области // Геоморфология. – 2007. № 2. – С. 90–101.

#### БАЗА ДАННЫХ ПО ВЫСШИМ СОСУДИСТЫМ РАСТЕНИЯМ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Гамова Н.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

<sup>2</sup> Байкальский государственный природный биосферный заповедник, Танхой

Байкальский заповедник расположен в Южном Прибайкалье, в центральной части хребта Хамар-Дабан на обоих его макросклонах, но не выходит на берег Байкала. Он был создан в 1969 г., а в 1986 г. с присвоением ему статуса биосферного резервата получил дополнительную охранную (буферную) зону, которая охватила в том числе и некоторые участки северных предгорий и побережья. Исторически сложилось, что списки флоры заповедника, начиная с первого конспекта

[2], включали в себя не только основную территорию, но и те окрестности, что вошли в охранную зону, а также прочие участки берега и антропогенно преобразованные территории прибайкальских террас: населённые пункты, просеки ЛЭП, шоссейную и железную дороги и пр. Этот подход не вполне соответствует методически строгому составлению конспекта флоры заповедника, однако он оказался весьма удобным для изучения локальной флоры центрального Хамар-Дабана, не ограниченной административными границами. Список 1978 г. содержал 777 таксонов высших сосудистых растений; в 2011 г. [1] был опубликован 991 вид; на 2023 г. с учётом новейших дополнений [3] общее число превысило 1200 видов. Однако эта цифра несколько завышена в силу включения в списки ряда высокогорных, а также степных видов растений, не встречающихся даже в окрестностях заповедника. Подобная ситуация требует тщательной ревизии и перепроверки, что и послужило мотивом для создания сводной базы данных.

В настоящее время в связи с ростом числа данных о биоразнообразии и развитием технологий обработки и хранения материалов стала возможной систематизация ранее накопленных разнородных сведений о флоре Байкальского заповедника и прилегающих территорий. Гербарные материалы с исследуемой территории хранятся в коллекциях гербариев Новосибирска (NSK, куда были перевезены из коллекции Иркутска), Иркутска (IRK, IRKU), Томска (TK) и Улан-Удэ (UUN); собственные материалы автора, а также сборы 2008–2009 гг. команды Л.А. Абрамовой и П.А. Волковой переданы в коллекцию гербария имени Д.П. Сырейщикова в МГУ (MW). Коллекция MW оцифрована полностью и доступна онлайн [6]; гербарные фонды NSK, IRK и IRKU находятся в процессе перевода в электронный вариант. Материалы гербариев IRK, IRKU, NSK и UUN просмотрены автором в 2017–2022 гг.; в ряде случаев выполнены переопределения, а также выделены сложные группы, определение которых нуждается в ревизии профильными специалистами.

К концу 2021 г. была составлена база авторских данных по флоре заповедника с его охранной зоной и близкими окрестностями, собранными в 2009–2021 гг. В её основу положены все типы ботанических данных, т.е. данные этикеток гербарных образцов, флористические списки геоботанических описаний, фотоматериалы и заметки о распространении отдельных видов. Она содержит 39 238 записей о 875 таксонах и опубликована в GBIF [4]; также к ней подготовлена статья с описанием в формате data paper [5]. Географические координаты для всех данных получены непосредственно в ходе полевых работ при помощи GPS-навигатора Garmin. В ходе обобщения этой информации было выяснено, что ряд видов по разным причинам находит сравнительно меньшее отражение в наблюдениях и геоботанических описаниях, чем другие. Для этого в полевой сезон 2022 г. был продолжен сбор данных, и наряду с основной территорией заповедника в т.ч. на прибайкальских террасах и вдоль обочин шоссе, что позволило существенно дополнить списки видов.

На данный момент рабочая версия базы содержит 50 263 записей для более чем 930 таксонов. Параллельно пополнению базы данных также проводится доопределение и уточнение видовой принадлежности материалов, ранее идентифицированных до уровня рода. В 2022–2023 гг. были определены представители родов *Alchemilla*, *Carex*, *Salix*, виды семейств Суревaceae и Роасеae, а также папоротники и виды адвентивной флоры. По итогам обработки материалов планируются публикации о флористических находках, а также размещение обновлённой версии базы данных в GBIF. Помимо этого идёт работа над изданием нового конспекта флоры Байкальского заповедника с точным указанием на распространение видов по категориям: в строгих границах биосферного резервата, в пределах его охранной зоны, или же на прочих участках полосы побережья, что позволит точнее оценить видовое разнообразие исследуемой территории.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Л.А., Волкова П.А. 2011. Сосудистые растения Байкальского заповедника (Аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников. М.: Добросвет. Вып. 117. 112 с.
2. Васильченко З.А., Иванова М.М., Киселева А.А. 1978. Обзор видов высших растений Байкальского заповедника // Флора Прибайкалья. Новосибирск: Наука. С. 49–114.
3. Чкалов А.В., Гамова Н.С. Новые для Бурятии виды рода *Alchemilla* по материалам исследований 2009–2021 годов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2023. Т. 128. Вып. 3. С. 54–61. DOI: 10.55959/MSU0027-1403-BB-2023-128-3-54-61
4. Gamova N.S. 2021. Baikalsky State Nature Biosphere Reserve and its buffer zone: floristic data. 1.6. Lomonosov Moscow State University. Release date: 2021-11-25. URL: <https://www.gbif.org/dataset/11512fe2-50cf-48e1-b681-3bb1f347eb86>

5. Gamova N.S. 2022. Baikalsky State Nature Biosphere Reserve and its buffer zone: floristic data // Biodiversity Data Journal. 10: e76946. <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e76946>

6. Seregin A.P. (ed.) 2023. Collection "Moscow University Herbarium". Depository of Live Systems (branch "Plants"): Electronic resource. Moscow: Moscow State University. Available at: <https://plant.depo.msu.ru/open/module/collectionpublic?d=P&openparams=%5Bopen-id%3D1524305%5D> (Accessed 07 June 2023).

## **ОПЫТ ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА, И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

*Груммо Д.Г., Зеленкевич Н.А., Цвирко Р.В.*

*Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Минск, Беларусь*

В настоящее время возможности картографического метода исследования растительного покрова необыкновенно расширились за счет использования геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования (ДДЗ). В связи с этим нами была обоснована концепция развития прикладной тематической картографии для мониторинга биологического разнообразия и рационального использования ресурсов растительного мира. Базовой основой в нашей концепции исследований является цифровая карта растительности. В настоящее время общая площадь, где полностью выполнены работы (составление карты, полевая проверка, определение итоговой точности) по созданию крупномасштабной (М 1: 100 000) геоботанической карты составляет 113 023,58 км<sup>2</sup> или 54,4 % территории Беларуси. На оставшейся площади (46,6 %) продолжающиеся работы связаны с полевой проверкой, которую планируется завершить к 2026 г.

Карта растительности составлена на основе эколого-фитоценотического (доминантного) подхода. На основе геоботанической карты и сопряженной с нею базы данных, экспертного анализа и алгоритмов машинного обучения созданы производные тематические картографические продукты, отражающее современное состояние, динамику и прогноз изменения растительного покрова Беларуси и ее отдельных регионов.

Системный подход предполагает полный трехэтапный картографический цикл исследований, начиная от составления универсальных инвентаризационных карт, через проведение специализированных работ по оценочному картографированию с выходом на карты прогнозно-рекомендательного характера. Наиболее полно он может выразиться при составлении серий сопряженных экологических карт, где представлены карты всех 3 типов – инвентаризационные, оценочные, прогнозно-рекомендательные.

1. *Инвентаризационные карты* отражают: а) типологическое и таксономическое разнообразие; б) оценку территорий с точки зрения поддержания биологического и ландшафтного разнообразия.

1.1. Видовое разнообразие:

■ количественная оценка  $\alpha$ -разнообразия в разрезе опорных единиц: а) регулярная сеть (размером 1–10 км<sup>2</sup>); б) единиц геоботанического районирования; в) подразделений ландшафтной структуры; г) функционального зонирования особо охраняемых природных территорий (ООПТ);

1.2. Ценотическое и экосистемное разнообразие:

■ количественная оценка ценотического (экосистемного) разнообразия в разрезе опорных единиц (см. п. 1.1);

■ качественная оценка ценотического (экосистемного) разнообразия: а) по происхождению и степени нарушенности; б) по концентрации редких и эталонных сообществ (редких и типичных биотопов) в разрезе опорных единиц (см. п. 1.1);

1.3. Оценка территорий с точки зрения поддержания биологического и ландшафтного разнообразия предусматривает интеграцию на платформе ГИС комплекса аналитических (поэлементных) тематических карт в единую тематическую карту.

2. *Оценочное картографирование* является относительно не новым направлением тематического картографирования, но получившим новое развитие благодаря возросшей роли оценки природного потенциала территорий и сохранения качества природной среды.

В целом картографическая оценка растительного покрова сводится к следующим основным направлениям: оценке спонтанной изменчивости (динамичности); оценке нарушенности (сохранности) состава и структуры растительности; оценке ресурсного и (или) экологического потенциала растительности; оценке устойчивости растительности к антропогенным факторам; мониторинга распространения угроз для биоразнообразия растительного покрова. В наших исследования развивались следующие сюжеты тематического картографирования.

2.1. Динамические карты на основе:

2.1.1. архива снимков серии LANDSAT (1985–2020 гг.): а) динамики лесного покрова Беларуси; б) динамики сельскохозяйственных земель Беларуси; в) динамики болот Беларуси;

2.1.2. определения: а) стадий эколого-динамического состояния растительного покрова (коренных, условно-коренных, коротко- и длительнопроизводных и серийных сообществ), отражающих скорость восстановления коренной или потенциальной растительности; б) серийных и трансформационных рядов по отношению к коренным ядерным ассоциациям;

2.1.3. картографирования сукцессий методом: а) контролируемой классификация разновременных спутниковых снимков; б) анализа средствами ГИС разновременных геоботанических карт; в) определение параметров трендов на основе разностных значений вегетационных индексов (NDVI).

2.2. Карты нарушенности (сохранности) состава и структуры растительности составляются по 3 основным направлениям с использованием:

2.2.1. ключевых индикаторов (лесистость, доля сельскохозяйственных земель, индекс фрагментарности лесов, соотношение площадей коренных и производных лесов, соотношение площадей коренной и производной растительности) в разрезе регулярных территориальных единиц (ячейки размером 1–10 км<sup>2</sup>);

2.2.2. шкал отклонения от эталонных показателей (например, соотношение фактического запаса стволовой древесины с показателем потенциальной продуктивности, приведенных в стандартных таблицах хода роста лесных насаждений при полноте 1,0);

2.2.3. стадий нарушенности (деградации) по критериям отклонения состава и структуры растительных сообществ от естественного их состояния или от выбранного состояния на определенный момент времени;

2.3. Фитоиндикационные карты на основе метода стандартных экологических шкал (шкалы Х. Элленберга);

2.4. Карты устойчивости к факторам воздействия (пожары, рекреация).

2.5. Карты угроз биоразнообразию растительного покрова. Разработаны методики для идентификации в оперативном режиме на основе ДДЗ и ГИС-технологий широкого спектра угроз биологического разнообразия: пожары, рубки леса, выпас скота и устройство летних лагерей, подтопление, биологическое загрязнение инвазивными видами, мелиорация, нецелевое использование земель, нарушения правового режима ООПТ, техногенное загрязнение). Разработаны также методические подходы для оценки материального ущерба от воздействия неблагоприятных факторов.

2.6. Функциональные карты отражают следующую информацию:

2.6.1. ресурсы растительного мира – количественные оценки (урожайность, биологический и эксплуатационный запас) основных ресурсных видов;

2.6.2. экологические функций и экологический потенциал растительного покрова;

2.6.3. объем эмиссий парниковых газов на торфяных болотах на основе концепции GEST;

2.6.4. стоимостной оценки биоразнообразия и экосистемных услуг;

3. *Прогнозные карты*. В наших исследования наиболее важными представляются 3 типа прогностических карт, которые, в зависимости от содержания, можно определить, как *временные* (составляются для потенциальной растительности, которая будет развиваться в конкретных условиях при определенном виде воздействия в пределах ограниченного периода времени), *факторные* (время, место и способ возникновения внешних факторов), *комплексные* (на основе синтеза временных и факторных моделей).

Кроме этого на основе пересечения областей геоинформационных систем и прогнозного моделирования (на основе алгоритмов искусственного интеллекта) нами разработана линейка тематических картографических продуктов для:

*построения прогнозных моделей на основе местоположений:*

- выявление мест локализации ключевых местообитаний,
  - моделирование мест произрастаний редких и охраняемых видов растений;
- геопространственного анализа и управленческих решений в природоохранных целях:*

- выделения перспективных ООПТ,
- функционального зонирования ООПТ;

*проектирования регулярной сети для наземных обследований (системы мониторинга экосистем).*

4. *Карты и территориально-планировочные решения по охране и рациональному использованию биоразнообразия.* По данным картографирования, районирования, анализа экологической обстановки, ландшафтно-защитных и сырьевых функций, антропогенной трансформации и степени устойчивости растительного покрова разрабатываются карты и рекомендации о направлениях природопользования.

В результате многолетних исследований нами разработана нормативно-правовая база для создания блока аэрокосмического мониторинга экосистем ООПТ в Национальной системе мониторинга окружающей среды. Тем самым заложен фундамент активного развития в ближайшие годы картографических методов изучения биоразнообразия в системе рационального природопользования.

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПОЛОЖЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА В ГОРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ ДАННЫМ**

*Деркач Е.С.<sup>1, 2</sup>, Резников А.И.<sup>3</sup>, Волков И.В.<sup>1</sup>, Ганюшкин Д.А.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург*

*<sup>2</sup> – Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург*

*<sup>3</sup> – ГКУ «Дирекция особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга»,  
г. Санкт-Петербург*

В данной работе рассматривается возможность применения дистанционных данных для определения положения верхней границы леса (ВГЛ) в горах Центрального и Юго-Восточного Алтая. Регион исследования характеризуется наличием перемежающихся горных хребтов, отдельных горных массивов и межгорных котловин. Актуальность работы состоит в проверке допустимости использования больших массивов данных для камеральной работы, так как посещение всех хребтов довольно затруднительно.

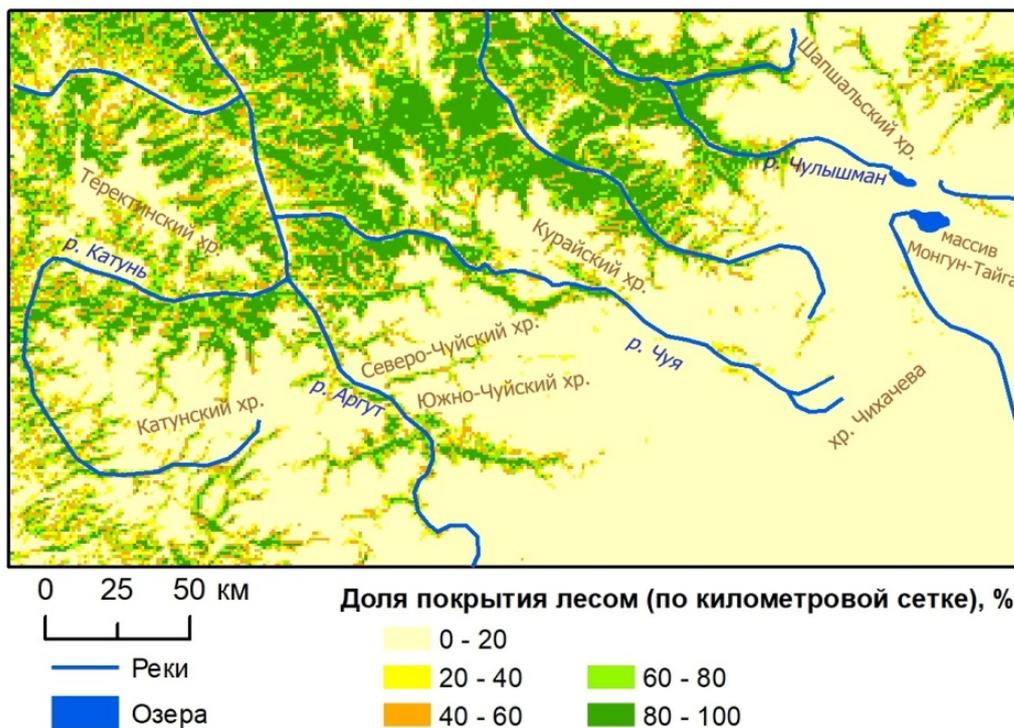
На рисунках, представленных в работе, отражена область исследования. В нее вошли наиболее крупные хребты Центрального Алтая, Восточного и Юго-Восточного Алтая.

Для решения поставленной задачи были использованы цифровая модель рельефа (ЦМР) SRTM и данные проекта Global Forest Canopy Height (глобальная карта высоты лесного полога) [1]. Исходные данные были разбиты квадратами со стороной 1 км и 10 км, после чего для каждой сети была вычислена максимальная абсолютная высота по ЦМР, максимальная высота распространения лесного покрова и площадь, занимаемая лесным покровом в каждом квадрате. Наличие в квадрате участка верхней границы леса индицировалось по превышению максимальной высоты в квадрате над максимальной высотой распространения леса не менее, чем на 200 м. По полученной таким образом нерегулярной сети затем выполнялась интерполяция методом кригинга.

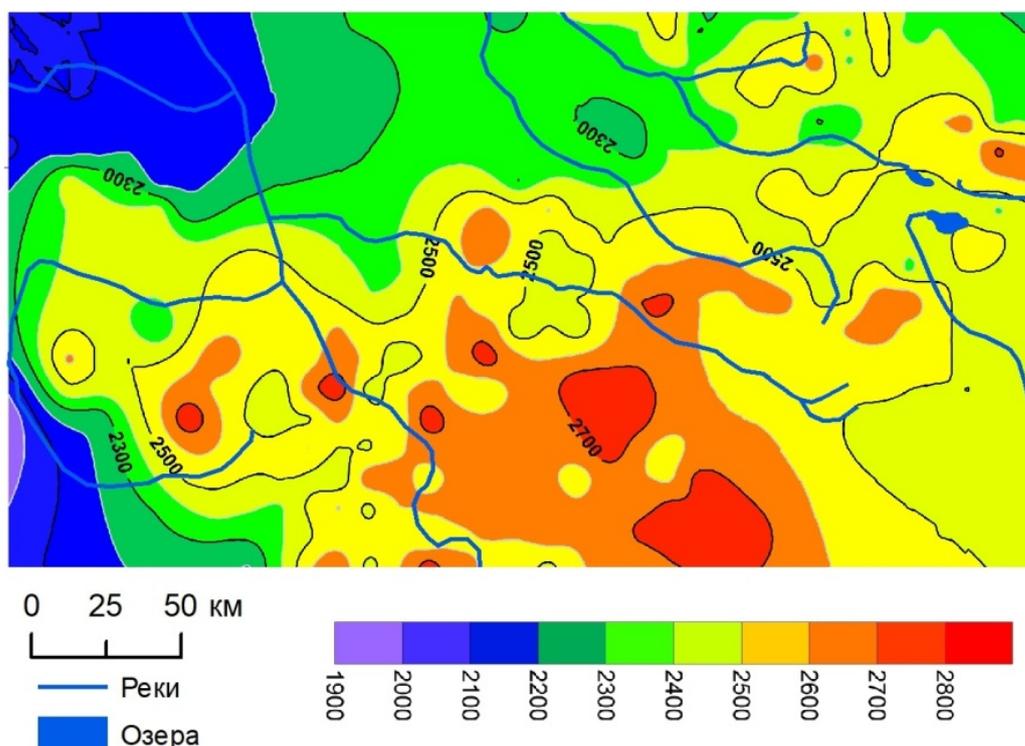
На рисунке 1 отражены доли, занимаемые лесным покровом в каждом квадратном километре области исследования. Прослеживается четкая тенденция сокращения залесенности территории в юго-восточном направлении, что связано с нарастанием аридности местности.

В процессе работы авторы столкнулись с определенными трудностями. Например, без разбиения лесного покрова по породному составу кустарниковые формы ив, растущие вблизи краев ледников в Центральном Алтае, завышают ВГЛ. Также установлено, что пойменные леса занижают показатели ВГЛ.

На следующем этапе работы авторы планируют использовать вегетационный индекс для оценки породного состава лесов и связать получившиеся данные с климатическими особенностями территории.



На рисунке 2 представлена интерполированная поверхность ВГЛ. Видна общая закономерность повышения ВГЛ к юго-востоку, обусловленная повышением летних температур (приведенных к одному высотному уровню) и уменьшением количества осадков.



Работа поддержана грантом РФФИ № 22-67-00020 «Изменения климата, ледников и ландшафтов Алтая в прошлом, настоящем и будущем как основа модели адаптации населения внутриконтинентальных горных районов Евразии к климатообусловленным изменениям среды».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Potapov P., Li X., Hernandez-Serna A., Tyukavina A., Hansen M.C., Kommareddy A., Pickens A., Turubanova S., Tang H., Silva C.E., Armston J., Dubayah R., Blair J. B., Hofton M. Mapping and monitoring global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat data // *Remote Sensing of Environment*. – 2021. – Vol. 253. 112165. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112165>

## ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ АРЕАЛОВ ВИДОВ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕРИОГЕОГРАФИИ

*Емельянова Л.Г.*

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

Феномен организации жизни на Земле – биологический вид – представляет большой научный интерес не только как основная систематическая единица жизни, но и как сложное эколого-географическое явление. Каждый вид в соответствии со своей экологической нишей занимает определенную территорию – ареал. Ареалы неоднородны, эта неоднородность проявляется в структуре ареала вида. Структура ареала вида (ценоареал в геоботанической номенклатуре) – изменение численности (обилия) популяций вида в пределах ареала. Начало исследований структуры ареалов видов было заложено в 50–60 годы XX века благодаря трудам Б.М. Житкова, Б.К. Штегмана, Ю.А. Исакова и А.Н. Формозова. От фиксации мест находок видов (1) шел постепенный переход к исследованию уровня численности вида в разных локалитетах, к квалифицированному применению картографического метода при сборе, пространственном анализе и визуализации результатов учета численности. Как научное направление исследование структуры ареалов видов сформировалось к концу 20 века трудами А.И. Толмачева, В.Б. Куваева, В.В. Кучерука, Н.В. Тупиковой.

Цель настоящего сообщения – отразить историю и перспективы развития направления, роль картографического метода исследований в познании структуры ареалов на примере наземных млекопитающих как одной из самых изученных в количественно-пространственном отношении групп наземных животных. Я опираюсь на результаты исследований преимущественно отечественной териогеографии, обзор зарубежного опыта будет предметом отдельной статьи.

Структура ареала вида (пространственная организация видового ареала, ценоареал, структура населения вида) – закономерное изменение численности популяций в пределах ареала, отражающее неоднородность среды обитания и ответную реакцию вида на эту неоднородность. Изучение структуры ареала видов важно для решения научных задач в области сохранения, охраны и мониторинга биоразнообразия, типологии ареалов видов, исследования географо-генетической их структуры, решения практических задач для оценки и использования биологических ресурсов. Стремительная антропогенная трансформация природной среды, потеря целых и нарушение естественных зональных и региональных биомов ставит эту задачу в одну из самых актуальных.

Главный метод исследования структуры ареалов – картографический. Ни одно, даже самое подробное детальное описание структуры ареала вида не превзойдет по глубине, географичности, обзорности грамотно составленную карту структуры ареала. В основе исследования структуры ареалов видов и построения картографических моделей лежит обобщение результатов локальных учетов численности, проведенных стандартными, а значит сравнимыми на больших территориях методами оценки численности. Трудности и отставание в исследовании структуры ареалов отдельных видов и даже многих систематических групп связаны либо со сложностью видового определения, либо с неразработанностью стандартных методов оценки их численности и отсутствием сравнимых результатов учетов для больших территорий.

Большое значение в изучении структуры ареалов видов млекопитающих имели первые обзорные карты, созданные на основе статистической обработки заготовок пушнины [7]. В этот же период составлены карты структуры значительных частей ареалов многих видов млекопитающих, позднее дополненных и объединенных в общей пространственной модели структуры ареала вида.

Гениально и своевременно сформулированное В.Н. Беклемишевым [1] понятие животного населения стимулировало работу над разработкой методов оценки численности животных и проведение геоэкологических исследований в стране. Разработка и широкое применение

стандартных методов оценки численности млекопитающих (метод зимнего маршрутного учета, метод ловушко-линий и ловчих канавок) обеспечили проведение масштабных по площади и многолетних учетных работ. Это особенно важно для нашей страны, территория которой вмещает большую часть многих зональных и горных биомов Северной Евразии и ареалы многих видов млекопитающих. Проведение масштабных учетов численности млекопитающих хорошо разработанными стандартными методами в разных локалитетах способствовало достижению стадии картографической зрелости многих видов. Географическое упорядочивание мест исследований численности удачно воплотилось в разработке методики и создании кадастрово-справочных зоогеографических карт и послужило основой составления карт структуры ареалов видов [3, 5].

Основные материалы для составления карт структуры ареалов видов сосредоточены в научных статьях, содержащих результаты учетов численности в локальном спектре биотопов, представлены в Летописи природы заповедников, научных отчетах, в видовых и региональных монографиях, оценках экспертов. Очень важна строгая географическая привязка места учета (географические координаты или соотнесение с масштабными физико-географическими объектами территории).

Создание кадастрово-справочных и карт структуры ареалов видов существенно упростилось с появлением ГИС-программ, в том числе и свободно распространяемых, например, R и QGIS, куда можно экспортировать значительные объемы данных.

Исследование структуры ареалов многих видов позволило выявить диапазон изменений численности видов в пределах ареала (или значительной по площади палеарктической их части), разработать градации численности для всего диапазона их изменений как в пространственном, так и динамическом измерении, установить оптимальную, медиальную и пессимальную части ареалов [4]. Масштабная глобальная работа в этом плане проведена териологами Научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова (г. Киров). В Национальном атласе России [6] опубликованы имеющие большое как научное, так и прикладное значение карты структуры ареалов важнейших промысловых видов млекопитающих страны.

Карты структуры ареалов способствуют объективно установить отнесение вида к определенному фаунистическому комплексу. Необъективность подходов выделения состава фаунистических типов (фаунистических комплексов, фаунул, типов фауны), невозможность воспроизвести процедуру отнесения убедительно показана ранее [8]. Разработанный алгоритм составления карт структуры ареалов видов позволяет на количественной основе провести эту процедуру для видов, изученность которых, достигла стадии картографической зрелости.

Картографическое исследование пространственной структуры видов определенного фаунистического комплекса позволяет установить подзональное положение оптимума ареала ряда видов. Так, на основе анализа карт структуры ареалов видов таежного фаунистического комплекса Евразии обосновано экологически и количественно обусловленное выделение северотаежной группы видов (с оптимумом ареала в северной подзоне евразийской тайги) [2, 4].

Карты структуры ареалов с выявленными территориями (зонами) разной численности представляются основой для выявления экологических связей видов и развития экологической ареалогии [4].

Актуален и перспективен географо-генетический анализ популяций из разных по экологическим условиям, индицируемым уровнями численности вида, зонам ареала. Это особенно перспективно выполнить для значительной территории, не подвергавшейся в течение длительного геологического периода природным катаклизмам и представляющей стабильную среду для видообразования. Перспективно включить в такой анализ, например, экологические подразделения ареала, хорошо читаемые на идеально выполненной карте структуры ареалов видов, обитающих на стабильной в геологическом плане территории [9].

В настоящее время отечественная зоогеография располагает надежной базовой основой для пространственного анализа структуры ареалов видов и развития количественной и экологической ареалогии. Накоплен и нуждается в пространственном картографическом обобщении и анализе огромный материал по экологии и численности видов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобринский Н.А., Кузнецов Б.А., Кузякин А.П. Определитель млекопитающих СССР. Ред. проф. А.П. Кузякин. М.: Просвещение. 1965. 382 с.

2. Брунов В.В. О некоторых фаунистических группах птиц тайги Евразии // Современные проблемы зоогеографии. М. : Наука. 1980. С. 217–253.
3. Емельянова Л.Г. Картографирование ареалов видов млекопитающих: основные направления, результаты, перспективы // Биогеография в Московском университете. М. : ГЕОС. 2008. С. 107–118.
4. Емельянова Л.Г. Исследование пространственной структура ареалов видов как научное направление: история, методология, современные тенденции // Вестник Московского гос. педаг. ун-та. Сер. естеств. наук. 2018. № 4. С. 20–30.
5. Емельянова Л.Г., Оботуров А.С. Кадастрово-справочные карты – основа создания карт эколого-географической структуры ареалов видов млекопитающих // Экосистемы: экология и динамика. 2018. №2. С. 100–126.
6. Национальный атлас России. Т. 2. Природа и экология. М. : Изд-во Геодезия и картография. 2007. 495 с.
7. Неронов В.М., Соколова А.Н. Об использовании заготовок для создания карт количественного размещения промысловых животных на территории Советского Союза // Бюллетень Моск. об-ва исп. природы. Отд. биол. 1963. Т. 68, № 2. С. 56–73.
8. Ротшильд Е.В. Проблема метода исследования в зоогеографии // Современные проблемы зоогеографии. М. : Наука. 1980. С. 21–30.
9. *Kangaroos: their ecology and management in the cheep rangelands of Australia.* Cambridge University press. 1987. 253 pp.

## **НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА ТУПИКОВА – АВТОР ПЕРВОГО РОССИЙСКОГО УЧЕБНИКА ПО ЗООЛОГИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ**

*Емельянова Л.Г.<sup>1</sup>, Хляп Л.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

<sup>2</sup>*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва*

Географические карты, возможность геопозиционирования и навигации прочно вошли в повседневный быт современного человека, и в прошлое ушли многие проблемы картографирования, стоящие перед российскими специалистами почти до конца XX века. Они касались практически всех этапов создания карт, начиная от карт-основ для дальнейшей работы и кончая публикацией подготовленных карт. Были трудности и во многих областях тематического картографирования.

В 1969 г. в Издательстве МГУ был опубликован первый учебник по зоологическому картографированию [5]. Его автор Наталья Владимировна Тупикова. Будучи зоологом, она разработала многие принципиально новые аспекты курса, которые остаются полезными и актуальными и в наши дни.

Н.В. Тупикова (1918–2003) родилась в Москве на Бутырском хуторе. В то время там был опытный полигон Московского общества сельского хозяйства, управляющим которого был ее дед. Родители – талантливые биологи. Отец – Тупиков Владимир Константинович – энтомолог, доцент сельскохозяйственной Академии им. К.А. Тимирязева. Мать – Тупикова Александра Юльевна, генетик, прямая ученица и соратница Н.И. Вавилова, работала в Институте генетики АН СССР. Обе семьи поддерживали дружеские отношения, а их дети много общались, тем более что они были одногодками.

Карьера биолога была естественна для Натальи Владимировны. В 1937 г. она поступила на биологический факультет МГУ, где специализировалась по кафедре зоологии позвоночных. В Отечественную войну вместе с университетом эвакуирована в Ашхабад. В 1942 г. поступила в аспирантуру при Институте зоологии МГУ к проф. Н.А. Формозову. Уже в 1945 г. блестяще защитила диссертацию, посвященную всем известной, но тогда еще мало изученной домовый мышью. В работе впервые были подытожены особенности биологии вида-синантропа и проведено зонирование ареала домовый мышью по изменению степени синантропности этого грызуна. Диссертационная работа легла в основу первой публикации, которая и сейчас не потеряла своей актуальности [6].

С 1945 г. по 1954 г. Наталья Владимировна работала в Институте эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи АМН СССР, занимаясь экологией грызунов – носителей природноочаговых инфекций человека. Наблюдения за дикими грызунами в специально созданном и поддерживаемом ей виварии органично сочетались с экспедиционными работами в различных регионах страны. Среди значимых результатов, которые остаются фундаментальной основой и необходимым пособием для полевых работ многих зоологов, – обоснование методов учетов мелких млекопитающих [3, 7] и рекомендации по определению их возраста и участия в размножении [4].

В 1954 г. Наталья Владимировна поступила на кафедру биогеографии географического факультета МГУ, которой тогда заведовал А.Г. Воронов. Выбор смежного направления был созвучен хорошим знаниям географической карты. В детстве она по заданию отца нередко отыскивала пути для воображаемого кораблика из бассейна одной реки в другой, нередко удаленный. Надо было перечислить реки и подобрать самые простые волокни. В университете Н.В. продолжала заниматься вопросами экологии грызунов и медицинской зоологии. Но важным этапом стала преподавательская деятельность. Со свойственной ей тщательностью и научной глубиной она взялась за разработку порученного ей нового курса, посвященного картографированию зоологических объектов и явлений. Лекции Натальи Владимировны, подготовленный новый учебник, прямые консультации и ряд других фундаментальных публикаций обучали как студентов, так и многих маститых зоологов квалифицированному применению картографического метода при сборе, пространственном анализе и визуализации географических аспектов зоологических исследований.

Первый учебник по зоологическому картографированию занимает 250 страниц [3]. Он включает 4 логически соподчиненные главы – от глубокого исследования методических вопросов составления зоологических карт (подготовительных работ и методов отображения зоологических объектов и явлений) к обзору основных типов зоологических карт. Обзор карт – важнейшая составляющая этой зоогеографической монографии. Он содержит две главы. Первая посвящена частным картам размещения видов и других систематических категорий, вторая – картам комплексов животных.

Каждый раздел методологически и логически выверен и детально продуман. Включенные в бесценное по значимости приложение в книге включены практически все наиболее информативные, известные к тому времени карты разных зоогеографических сюжетов, выполненные разными методами – от мест находок и поселений видов к картам населения животных и фаунистических комплексов, от карт крупномасштабных до обзорных. Наталья Владимировна всегда подчеркивала важность совместной работы зоогеографа и картографа. Очень поучителен в этом плане картографический пример такой работы – карта встреч и размеров сайгака, выполненная зоогеографом и проработанная картографом (стр. 34). «Зоологическое картографирование» Натальи Владимировны Тупиковой – это и блестящий учебник каждого, кто начинаете свой путь в зоогеографии, и глубока научная монография.



В настоящее время зоогеографическое картографирование – успешно развивающееся направление природного картографирования, подтверждение тому – многочисленные региональные атласы, в которых достойное место занимают зоогеографические карты, труды ее учеников [1, 2, 8] и настоящая конференция, посвященная картографированию биоты.

Работа над зоогеографической картой Горного Алтая. Москва, МГУ, 1970

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брунов В.В.* Принципы и методы создания «Карты населения птиц СССР» для Высшей школы // Вестник МГУ. Серия 5 «География». 1984. № 3. С. 30–37.
2. *Емельянова Л.Г.* Картографирование ареалов видов млекопитающих – основные направления, результаты, перспективы // Биогеография в Московском университете. М. : ГЕОС. 2008. С. 107–118.
3. *Кучерук В.В., Тушикова Н.В., Евсеева В.С., Заклинская В.А.* Опыт критического анализа методики количественного учета грызунов и насекомоядных при помощи ловушко-линий // Вопр. организации и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 218–227.
4. *Тушикова Н.В.* Изучение размножения и возрастного состава популяции мелких млекопитающих // Методы изучения природных очагов болезней человека. М.: Изд-во «Медицина». 1964. С. 154–191.
5. *Тушикова Н.В.* Зоологическое картографирование. М.: Изд-во МГУ. 1969. 250 с.
6. *Тушикова Н.В.* Экология домового мыши средней полосы СССР // Фауна и экология грызунов. М. : Изд-во Московского ун-та. 1947. Вып. 2. С. 5–67.
7. *Тушикова Н.В., Заклинская В.А., Евсеева В.С.* Учет численности и массовый облов мелких млекопитающих при помощи заборчиков // Вопр. организации и методы учета птиц и вредных грызунов. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 231–236.
8. *Хляп Л.А., Варшавский А.А., Дергунова Н.Н., Осипов Ф.А., Петросян В.Г.* Самые опасные инвазионные околородные млекопитающие России: ансамблевые модели пространственного распространения // Российский журнал биологических инвазий. 2023. Вып. 2. С. 238–271.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЕ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ (1:1 000 000)

*Ермаков Н.Б.*

*Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН. г. Ялта.*

*Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, г. Абакан.*

*Майкопский государственный технологический университет. г. Майкоп.*

Цель выполненного исследования – представить результаты отражения в структуре легенды мелкомасштабной карты «Растительность Алтае-Саянской горной области» эколого-географических закономерностей формирования растительного покрова.

В соответствии с принципами, изложенными В.Б. Сочавой [1] о размерности растительности на планетарном и региональном уровнях и иерархии экологических факторов ее определяющих (зональность, океаничность – континентальность климата, рельеф), в созданной карте растительности Алтае-Саянской горной области реализованы четыре уровня иерархии легенды.

Уровень 1. Включает четыре основных пояса растительности: 1 – высокогорный, 2 – лесной, 3 – лесостепной и 4 – степной.

Уровень 2. Растительность эколого-географических биоклиматических секторов. – крупные фитоценозы, формирующиеся в условиях взаимодействий рельефа Алтае-Саянской горной страны и ведущих климатических процессов:

- Растительные сообщества с преобладанием евросибирских и североазиатских элементов, формирующиеся под остаточным влиянием западного переноса влаги (эффект «дождевого барьера») на северном склоне Алтае-Саянской горной системы.

- Растительные сообщества с преобладанием центрально-азиатских и восточносибирско-центральноазиатских географических элементов, формирующиеся в условиях проявления устойчивого Азиатского антициклона на южном склоне Алтае-Саянской горной области и четко выраженного эффекта «дождевой тени».

Каждый из этих двух эколого-географических типов растительного покрова подразделяется на две фитоценозы биоклиматических секторов, формирующихся в разных условиях влажности-аридности климата, вдоль градиента фактора океаничности-континентальности. Результаты ординационного моделирования [2, 3] позволили обосновать для Алтае-Саянской горной области макро-экологические ряды для лесной и степной растительности (в ранге союзов системы

классификации Браун-Бланке), которые хорошо соответствуют спектру четырех биоклиматических секторов, предложенных Д.И. Назимовой и др. [4], для гор Южной Сибири: 1 – циклонического избыточно-влажного; 2 – циклонического влажного; 3 – антициклонического недостаточно влажного; 4 – антициклонического сухого.

Уровень 3. Представляет сочетание синтаксонов (союзов-подсоюзов), характеризующих высотные подпоояса растительности в пределах каждого из четырех биоклиматических секторов.

Уровень 4. Содержит различающиеся региональные географические сочетания единиц ранга ассоциаций растительности в пределах каждого из подпооясов. Эти пространственные категории ранга мезокомбинаций являются переходными от региональных к топологическим и выступают базовыми для картографирования растительности в масштабе 1:1 000 000.

Сокращенный фрагмент легенды «Карты растительности Алтае-Саянской горной области в масштабе 1:1 000 000» (с использованием категорий эколого-фитоценотической классификации) на примере лесного пояса Горного Алтая:

## **2. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСНОГО ПОЯСА**

*Растительность лесного пояса наветренного макросклона Алтае-Саянской горной области с преобладанием евросибирских и урало-сибирских сообществ.*

### **2.1. Растительность лесного пояса циклонического избыточно влажного биоклиматического сектора.**

2.1.1. Подпояс темнохвойных папоротниково-зеленомошных горно-таежных лесов.

2.1.1.1. Алтайско-Кузнецко-Алатауский тип. Кедрово-пихтовые высокотравно-папоротниково-зеленомошные и пихтовые высокотравно-зеленомошные леса в сочетании с пихтовыми чернично-мелкотравно-осочковыми лесами и высокотравными лугами среднегорий. Хвойные бадановые петрофитные леса. Пихтово-кедровые высокотравные субальпийские и ерниковые редколесья.

2.1.2. Подпояс мелколиственно-темнохвойных черневых лесов.

2.1.2.1. Салаирско-Кузнецкий-Северо-Алтайский тип. Осиновые низкогорные широколиственные черневые леса в сочетании с высокотравными лугами.

2.1.2.2. Кузнецко-Северо-Алтайский тип. Осиново-пихтовые широколиственные черневые леса низкогорий в сочетании с высокотравными лугами.

2.1.2.3. Западно-Алтайский тип. Осиново-пихтовые и березово-пихтовые широколиственные черневые леса низкогорий.

2.1.2.4. Западно-Саянский тип. Осиновые и пихтово-осиновые высокотравные черневые леса низкогорий.

2.1.2.5. Кузнецко-Северо-Алтайский тип. Березово (с участием осины)-кедрово-пихтовые папоротниково-широколиственные черневые леса в сочетании с высокотравными лугами и пихтовыми широколиственно-осочковыми лесами по южным склонам низкогорий и среднегорий.

2.1.3. Подпояс мелколиственно-сосновых и мелколиственных мезофитных травяных гемибореальных (подтаежных) лесов.

2.1.3.1. Северо-Алтайский тип. Сосновые и березово-сосновые орляково-осочковые мезофитные леса в сочетании с настоящими суходольными лугами.

### **2.2. Растительность лесного пояса циклонического влажного (умеренно-влажного) биоклиматического сектора.**

2.2.1. Растительность верхнего подпоояса темнохвойных (кедровых и лиственнично-кедровых лесов).

2.2.1.1. Алтайский тип. Кедровые и лиственнично-кедровые кустарничково-зеленомошные леса. Кедровые с участием лиственницы ерниковые редколесья.

2.2.1.2. Восточно-Алтайско-Саянский тип. Кедровые с лиственницей и пихтой чернично-зеленомошные, багульниково-бруснично-зеленомошные леса. Хвойные леса петрофитной серии. Кедровые и лиственнично-кедровые подгольцовые ерниковые и рододендроновые редколесья.

2.2.2. Растительность нижнего подпоояса горно-таежных смешанных мелколиственно-хвойных (кедрово-елово-лиственничных) лесов.

2.2.2.1. Алтайский тип. Березово-кедрово-лиственнично-еловые разнотравно-бруснично-зеленомошные леса в сочетании с лесными и настоящими лугами.

2.2.3. Растительность подпоояса смешанных мелколиственно-светлохвойных, подтаежных лесов.

2.2.3.3. Алтайско-Салаирско-Кузнецкий тип. Березово-сосновые папоротниково-осочковые леса в сочетании с луговыми и петрофитными степями по южным склонам и лесными лугами.

*Растительность лесного пояса макросклона дождевой тени Алтае-Саянской горной области с преобладанием восточносибирско-центральноазиатских сообществ.*

### **2.3. Растительность лесного пояса континентального умеренно сухого климатического сектора.**

2.3.1. Растительность верхнего подпояса горно-таежных кедрово-лиственничных лесов на переувлажненных длительно-мерзлотных почвах.

2.3.1.1. Алтайский тип. Кедрово-лиственничные и лиственничные ольховниково-багульниково-голубично-моховые леса в сочетании с петрофитными хвойными баданово-моховыми лесами.

2.3.2. Растительность нижнего подпояса горно-таежных лиственничных кустарничково-зеленомошных и разнотравно-зеленомошных лесов.

2.3.2.1. Алтайский тип. Лиственничные, елово-лиственничные с участием кедра мелкотравно-бруснично-зеленомошные горно-таежные леса. Лиственничные бруснично-разнотравные и кустарниковые (рододендроновые, спиреевые) леса по южным склонам в сочетании с зарослями кизильника черноплодного, спиреи трехлопастной и фрагментов луговых степей.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-20012, <https://rscf.ru/project/22-17-20012/> при паритетной финансовой поддержке Правительства Республики Хакасия.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. – Новосибирск: Наука, 1979. – 190 с.
2. Ermakov N.B. Ordination of forest vegetation in the mountains of southern Central Siberia // Russian Journal of Ecology. – 2015. – Т. 46, №. 5. – С. 411-416. DOI:10.1134/S1067413615050082
3. Ермаков Н.Б., Ларионов А.В., Полякова М.А., Плугатарь Ю.В. Экологическая интерпретация высших единиц степной растительности в горах юга Средней Сибири методом количественной ординации // Журнал Общей Биологии. – 2016. – Т. 77, № 4. – С. 293–302. DOI: 10.1134/S2079086417030033
4. Назимова Д.И., Коротков И.А., Чередникова Ю.С. Основные высотно-поясные подразделения лесного покрова в горах Южной Сибири и их диагностические признаки // Структура и функционирование лесных биогеоценозов Сибири. V. Чтения памяти академика В.Н. Сукачева. – М.: Наука, 1987. – С. 30–64.

#### **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ КЕРЖЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*Кадетов Н.Г.<sup>1</sup>, Гнеденко А.Е.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

<sup>2</sup>*Институт географии РАН, г. Москва*

Лесные пожары являются одним из основных факторов динамики растительного покрова в Северной Евразии. Особенно велико их значение становится в сопряжении с действием антропогенных факторов, увеличивающих как частоту и силу пожаров, так и площади, ими охватываемые. Вместе с тем, работ, посвящённых картографированию состояния растительного покрова после пожаров, не так много при том, что отслеживание изменений структуры растительного покрова на всей пройденной пожарами территории осуществимо только с применением картографических методов.

Примером территории, где влияние пожаров на растительный покров является одним из ключевых факторов, определяющих его структуру, является южная часть Нижегородского Заволжья [4], приуроченная к покрытой преимущественно сосновыми (*Pinus sylvestris*) лесами и болотами песчаной Заволжской низине. За счёт действия антропогенных факторов пожары приобрели здесь с конца XIX в. катастрофический характер, повторяясь примерно раз в 30–40 лет [1]. Последний крупный пожар произошёл в 2010 г., охватив около половины территории ставшего базой для проведения исследований Керженского заповедника, который выступает как уникальная

территория, где после разнообразных антропогенных воздействий (вырубки, создание лесных культур и т.д.) восстановление растительного покрова впервые протекает без вмешательства человека.

Картографические исследования состояли из трёх блоков: создание карты послепожарной растительности, специальное крупномасштабное картографирование отдельных участков и картографирование распространения отдельных видов растений.

В первые годы после пожаров были заложены профили из 30 постоянных пробных площадей (ППП), которые в дальнейшем служили ориентирами для отслеживания хода изменений состава и структуры растительного покрова. Дополнением им послужили более 400 геоботанических описаний и маршрутные наблюдения.

Разработка карты послепожарной растительности (1:50 000) основывалась на анализе хода сукцессий и классификации растительности. Важным моментом был выбор «опорного» года, для которого составлялась исходная карта. В этом качестве нами был выбран шестой год после пожара (2016), когда завершился массовый вывал погибшего древостоя, что явилось значимым событием как в изменении состава и структуры сообществ, так и с точки зрения дешифрирования снимков [2].

В качестве ключевых участков для картографирования использовались области, прилегающие к профилям. Подобное решение было принято исходя из того, что имеющиеся ППП изначально закладывались с учётом максимального охвата как возможных типов пожаров (верховые, низовые и внутрпочвенные) и положений в мезорельефе (вершины грив, их склоны и различные понижения), так и исходных сообществ.

Другим значимым аспектом явилась разработка легенды карты и её структуры, которая должна была быть устроена таким образом, чтобы обеспечить возможность её использования в будущем при повторном картографировании. Исходя из этого, при составлении классификации, коррелирующей с легендой карты, первостепенное внимание уделялось необходимости выбора выразительных параметров изменения структуры растительности. Потому на верхнем уровне, исходя из степени сохранности древостоя после пожаров, сообщества были разделены на лесные и «нелесные». В дальнейшем лесные сообщества разделены на пять формаций: сосновые, берёзовые (*Betula pendula*, *B. pubescens*), осиновые (*Populus tremula*), липовые (*Tilia cordata*), черноольховые (*Alnus glutinosa*). Сообщества в рамках пяти лесных формаций и «нелесные» распределялись по одним и тем же классам ассоциаций. В пределах классов особо выделялись сообщества с обильным подростом берёзы и ольхи чёрной. Сообщества располагались с учётом возможных их «переходов» в ходе послепожарных сукцессий. Итоговая легенда, представленная в табличном виде, содержит 41 номер.

При составлении карты наряду с данными наземных исследований использовались спутниковые снимки среднего (Landsat-8) и высокого (Spot-5) пространственного разрешения, а также опубликованные картографические материалы. Использование снимков Landsat-8 для автоматизированного дешифрирования мало применимо для составления крупномасштабных карт растительности, его ограничивает количество выделяемых в легенде подразделений и точность составляемой карты из-за пространственного разрешения снимка (30 м). Поэтому при создании карт ключевых участков использовалось преимущественно визуальное дешифрирование снимка Spot-5, полученного в панхроматическом режиме с разрешением 5 метров. Была проведена операция «паншарпенинга» многозонального и панхроматического снимка, то есть слияния двух изображений, что позволило более детально дешифрировать контуры растительности. Составленные фрагменты карты на ключевые участки в дальнейшем послужили основой создания общей карты на всю пройденную пожаром часть заповедника [2, 7].

В ходе проведения исследований обнаружилась необходимость более детального картографирования отдельных участков. Так, был выявлен комплекс сообществ берёзово-сосновых лесов с липой и осинкой в древостое и подросте и богатым травяно-кустарничковым ярусом, характеризующийся большим числом охраняемых и редких для Заволжья видов. Леса данного комплекса практически полностью сохранили состав и в значительной мере – структуру липово-сосновых лесов, ныне в Заволжье представленных крайне незначительно. Проведение картографических исследований позволило более полно раскрыть пространственную структуру комплекса, объяснить причины его формирования и оценить роль в растительном покрове Заволжья [3].

Также на модельном участке на основе дешифрирования снимков за разные годы проведено картографирование распространения наиболее «динамичных» сообществ, выявленных в ходе исследований – зарослей подростка ольхи чёрной. Их «динамичность» относится как к изменениям в

составе и структуре сообществ, где они формируются, так и к скорости их распространения. Скорость, с которой черноольховые заросли «продвигаются вперед» составляет, вероятно, до десятков метров за 2–4 года. При этом отмечена линейность их распространения вне зависимости от того, какие сообщества существовали на этой территории до пожара 2010 г. В целях уточнения приуроченности зарослей и обусловленности их границ использована ЦМР в сочетании с данными, полученными с беспилотника (2021 г.). Помимо информации о расположении выделов черноольховых зарослей, перспективные снимки, полученные с беспилотника, дали возможность оценить их связь с условиями рельефа.

Особую группу работ составило картографирование распространения отдельных видов растений. Помимо достаточно традиционного отображения распространения редких и охраняемых видов [5], оно включало картографирование инвазионных видов и последующее отображение динамики их распространения после пожаров. В частности, были показаны изменения в распространении мелкопестника канадского (*Erigeron canadensis*). В 2015, 2018 и 2020 гг. оценена плотность/встречаемость вида в количестве особей на 100 м маршрута / 10 000 м<sup>2</sup>. Анализ показывает ландшафтную приуроченность плотности встреч вида и сокращение их от 2015 к 2018 г. с небольшим ростом в 2020 г., связанным большей частью с появлением участков с нарушениями (преимущественно зоогенными) почвенного покрова. В 2022 г. вид отмечался только у дорог и на единственном участке с зоогенным нарушением растительного покрова [7].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Кадетов Н.Г.* Некоторые аспекты восстановления разнообразия лесных сообществ полесского ландшафта в условиях периодических катастрофических пожаров (на примере Керженского заповедника) // *Proceedings of the International Conference «Landscape Dimensions of Sustainable Development: Science – Planning – Governance»*. – Tbilisi. Ivane Javaknishvili Tbilisi State University, 2017. С. 581–591.

2. *Кадетов Н.Г., Гнеденко А.Е.* Подходы к картографированию пройденных пожаром лесов в условиях заповедного режима // *Географический вестник*. 2019. № 2 (49). С. 148–157.

3. *Кадетов Н.Г., Гнеденко А.Е.* Участки с повышенным фиторазнообразием на пройденной пожарами части Керженского заповедника: значение, происхождение, картографирование // *Географический вестник*. 2021. № 3(58). С. 142–152.

4. *Константинов А.В.* Жаровой лес. – Нижний Новгород, 2004, 71 с.

5. *Урбанавичуте С.П., Кадетов Н.Г., Гнеденко А.Е., Зарубина М.А.* Редкие виды растений на пройденных пожарами территориях // *Труды ГПБЗ «Керженский»*. Т. 10. – Нижний Новгород, 2022. С. 130–140.

6. *Kadetov N., Gnedenko A., Gatina E.* Mapping of Post-Fire Forest Dynamics in the Central Part of European Russia // *Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 342. Science and Global Challenges of the 21<sup>st</sup> Century – Science and Technology. 2022. pp. 144–152.

7. *Kadetov N.G., Urbanavichute S.P., Gnedenko A.E.* Invasive plant species on fire-damaged areas in the kerzhensky reserve during the first twelve years after catastrophic fires // *Труды Мордовского ГПЗ им. П.Г. Смидовича*. 2022. №31. Р. 163–172.

### ОПЫТ КРУПНОМАСШТАБНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ХИНГАНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

*Кадетова А.А.*

*Московский зоопарк, г. Москва*

Крупномасштабная карта (1:20 000) населения мелких млекопитающих составлена для ключевых участков Хинганского заповедника с целью выявления закономерностей пространственной организации животного населения. Используются методики, разработанные Н.В. Тупиковой [5] и Л.Г. Емельяновой [1].

В качестве модельной территории для исследования пространственно-временной структуры населения мелких млекопитающих выбран Хинганский заповедник (Амурская обл.), где представлена

мозаика неморальных, бореальных и степных местообитаний. Два из трёх лесничеств заповедника расположены в пойме и на надпойменных террасах рек Амур и Буря; их растительность в основном луговая и болотная. Хинганское лесничество охватывает отроги юго-западной оконечности Буреинского хребта (высота до 502 м), растительность преимущественно лесная.

Таблица. Население мелких млекопитающих различных местообитаний Хинганского заповедника и прилегающих территорий (легенда к карте населения, фрагмент, представлено 8 видов из 17)

Группы местообитаний	Лесные местообитания							Открытые местообитания	
	Равнинные леса и редколесья		Горные и предгорные					Горные луга	Равнинные луга
			Леса						
	Прирусловые влажные леса (тополёвники, ивняки)	Рёлочные берёзовые редколесья с кустарниками (окрайны рёлок)	Широколиственно-хвойные (ель, пихта, кедр)	Хвойно-широколиственные	Широколиственные (дубовые)	Широколиственные многогородные (в т.ч. долинные)	Заросли кустарников	Свежие и влажные луга в долинах горных рек (пади)	Переувлажнённые (мокрые)
Индексы групп на карте и диаграммах	III	II	M-1	M-2	M-3a	M-3b	M-6	M-7	IV
Распространённость	В	Ф	В	Ф	Ф	Ф	В	В	Ф
Фаунистические группы видов-доминантов	T + ЛСТ	H + ЛСТ	H + T	H + T	H	H	H + ЛСТ	ЛСТ + H	ЛСТ
Экологические группы видов-доминантов	M + Г	M + Г	M	M	M	M	M + УВ	УВ + М + Г	Г + УВ
<i>Apodemus peninsulae</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■ ↑
<i>Apodemus agrarius</i>	■	■		□ ↑	■ ↑	■ ↑	■	■	■
<i>Craseomys rufocanus</i>			■	■	■	■	■	■	□
<i>Myodes rutilus</i>	■	■	■	■		■	■		■
<i>Alexandromys fortis / maximowiczii</i>	■	■		+		(+)	■ ↑	■	■
<i>Tamias sibiricus</i>		++	+	+	++	+	+		
<i>Sorex caecutiens</i>		+		(++)	(+)	(++)	+	(+)	+

Условные обозначения:

Участие в населении: ■ доминант (большую часть лет); ■ чередующиеся доминанты;

■ субдоминант, иногда занимающий позицию доминанта; ■ обычный, но немногочисленный вид;

▪ малочисленный вид; □ единичные встречи; ↑ вид отмечен / наиболее многочислен во время подъёма численности в других местообитаниях; + обитание без учёта численности, ++ – обычный вид, для видов, случайно учитываемых методом ловушко-линий, и учтённых другими методами: (+) – ловчих стаканов, заборчиков, канавок; для бурундука – визуально.

Распространённость местообитаний: Ф – фоновые, В – второстепенные, Р – редкие, О – очень редкие. Фаунистические группы видов-доминантов: Т – таёжные, Л – широколиственные, Н – неморальные, ЛСт – лесостепные, Ст – степные. Экологические группы видов-доминантов: Г – гигрофильные, УВ – умеренно-влаголюбивые, М – мезофильные, КС – ксерофильные (по Е.М. Снигиревской [4]).

Местообитания, обследованные в 2006–2018 гг. (более 10 000 ловушко-ночей), объединены в 16 групп, для которых дана общая характеристика видового состава и численности мышевидных грызунов, а при наличии данных – и землероек. Группы были отнесены к горным или равнинным и к лесным или открытым. Анализ показал, что на структуру населения большее влияние оказывает характер растительности, чем положение в рельефе (например, большее сходство демонстрируют равнинные лесные и горные лесные группы, нежели равнинные лесные и открытые). Обследованы как фоновые, так и второстепенные местообитания. Многолетние наблюдения позволили выявить флуктуации численности и видового состава по годам, смену доминантов в населении различных биотопов, что отражено в легенде (табл.).

В населении низкогорий (рис. 1) почти везде преобладает *Apodemus peninsulae*, неморальный вид. В расположенных выше по склонам (рис. 2) хвойно-широколиственных и широколиственно-хвойных лесах и их производных позицию содоминанта занимает *Craseomys rufocanus* (таёжный вид), которая в отдельные годы доминирует. В населении падей – лугов в долинах горных рек – преобладают *Apodemus agrarius*, *Alexandromys fortis* и *A. maximowiczii*. Структура населения равнинных территорий, как и их растительность, отличается высокой степенью неоднородности, тесно связанной с рельефом и градиентом увлажнения. Карта наглядно отображает мелкоконтурную мозаику различных местообитаний, в особенности на равнинах [2], что обуславливает проникновение различных видов млекопитающих в соседние местообитания, в том числе нетипичные для них, и даёт возможность обнаружить, например, лесные виды на заболоченных лугах – и наоборот. В низкогорьях это выражено в меньшей степени и связано, прежде всего, с ленточными лугами речных долин.

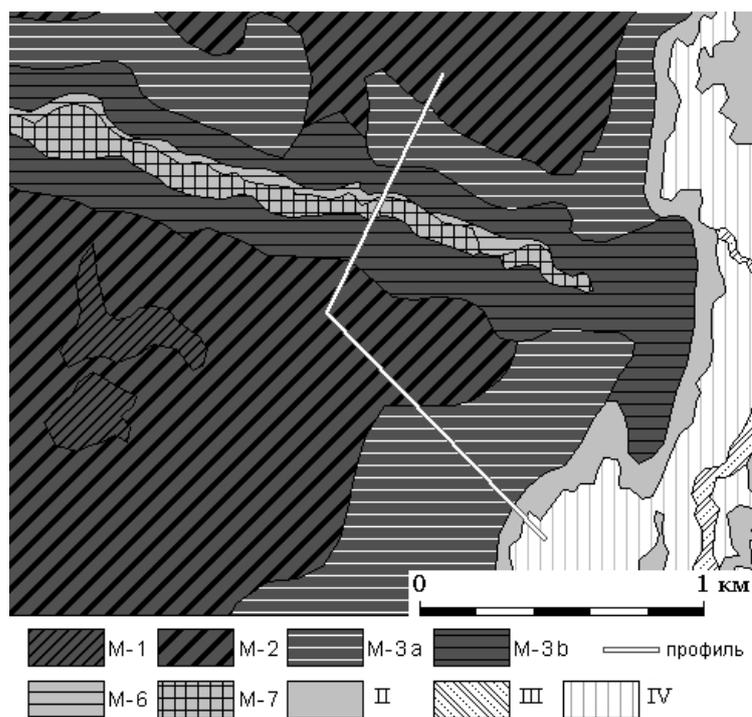


Рис. 1. Население мелких млекопитающих различных местообитаний ключевого участка «Долина Карапчи» (характеристику населения выделов см. в табл.).

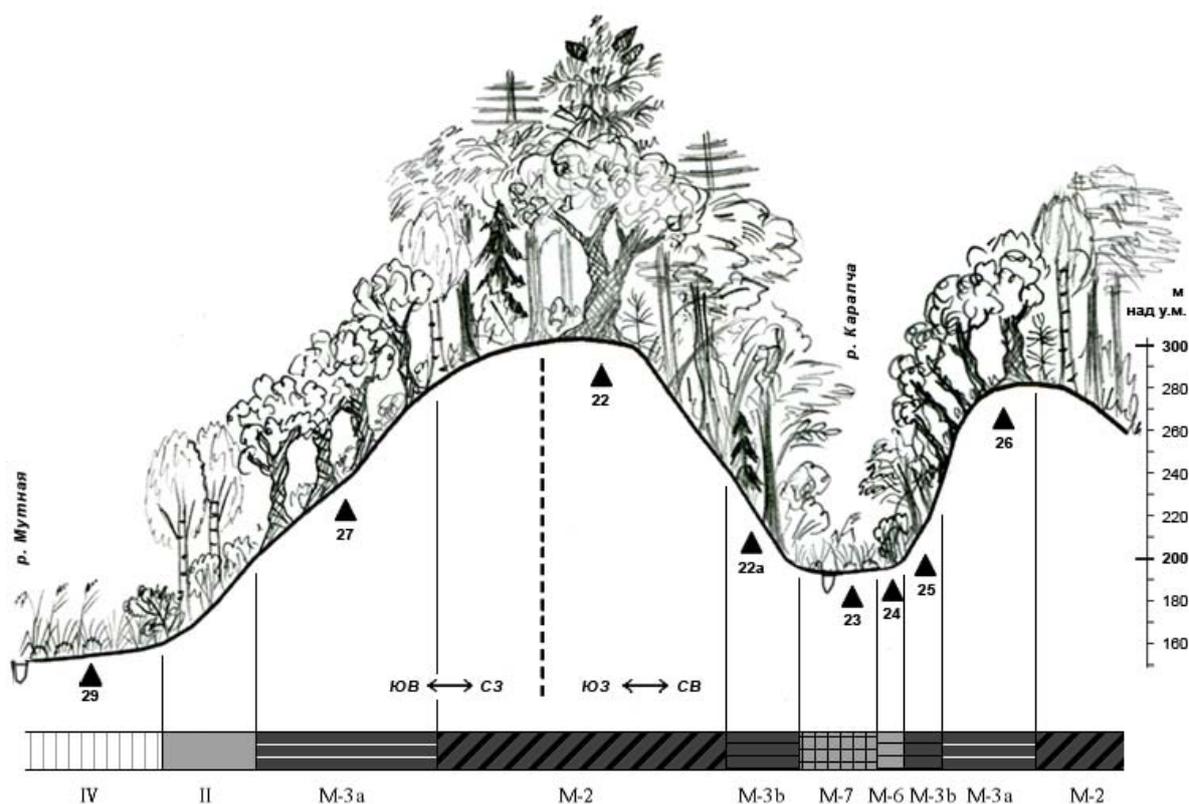


Рис. 2. Население мелких млекопитающих на профиле через долину рр. Каралча и Мутная в низкогорных местообитаниях Хинганского заповедника (обозначения в табл.)

Карта пространственной организации природных сообществ малонарушенной территории Среднего Приамурья отражает высокую степень мозаичности в структуре населения и участие в его формировании представителей разных географо-генетических групп. Карта может быть использована как база для оценки состояния и рисков утраты территориальных группировок животных сопредельных антропогенно трансформированных ландшафтов юга Среднего Приамурья.

Результаты полевых исследований 2019-2021 гг. подтверждают достоверность картографической интерпретации более ранних данных. Структура легенды позволяет добавлять в неё новые, ранее не обследованные группы местообитаний, а строки «количество лет учётов» и «объём учётов» (в полной легенде [3]) отражают степень изученности для каждой группы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянова Л.Г. Принципы и основные этапы создания карты населения мелких млекопитающих СССР // *Общая и региональная териогеография*. М.: Наука, 1987. С. 310–342.
2. Кадетова А.А. Разнообразие населения мелких млекопитающих Хинганского заповедника и прилегающих территорий // *Географический вестник*. 2019. №4 (51). С. 129–143.
3. Кадетова А.А. Пространственно-временная структура териофауны Среднего Приамурья. Дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. [Место защиты: МГУ им. М.В. Ломоносова. Геогр. ф-т] Москва, 2020. 199 с.
4. Снигиревская Е.М. Опыт крупномасштабного картографирования населения грызунов // *Доклады АН СССР*. 1963. Т. 152. №1. С. 208–211.
5. Тушикова Н.В. Карта населения грызунов Калмыкии и прилежащих территорий // *Биота и природная среда Калмыкии*. М.–Элиста: ТОО «Коркис», 1995. С. 196–210.

## СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВЛИЯНИЮ ТЕХНОГЕННЫХ ЭМИССИЙ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

*Калугина О.В.<sup>1</sup>, Михайлова Т.А.<sup>1</sup>, Афанасьева Л.В.<sup>2</sup>, Шергина О.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск*

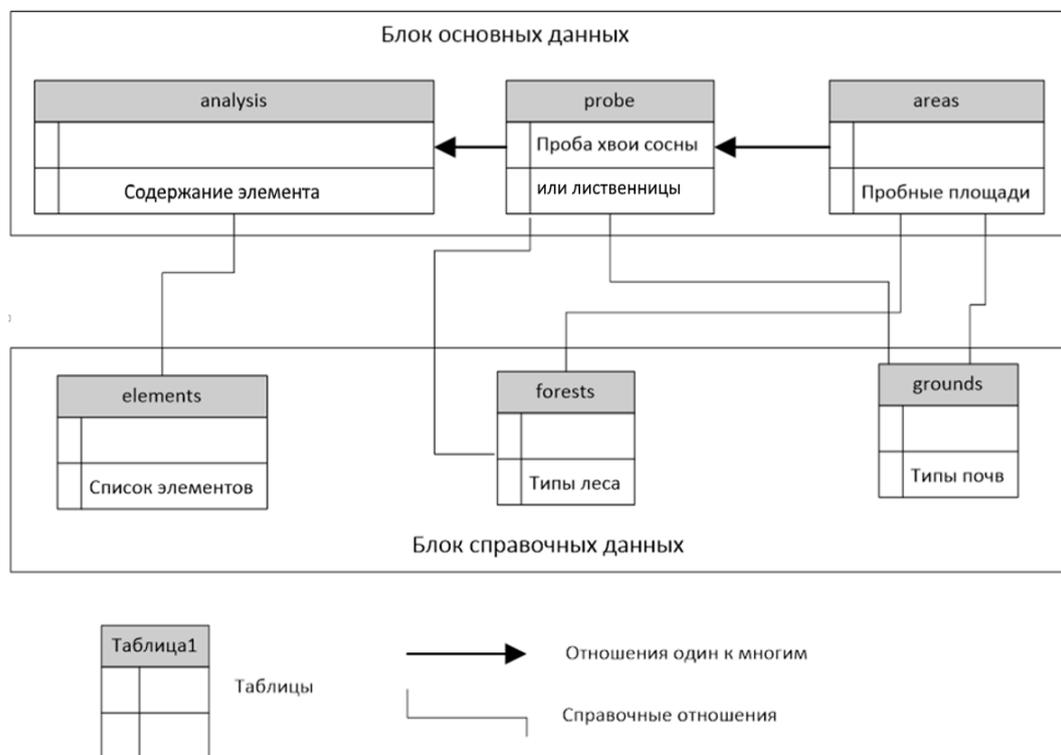
<sup>2</sup>*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ*

В Иркутской области лесные ресурсы являются одним из основных элементов экономической базы, а их значимость как стабилизаторов природной среды региона огромна и многогранна. По данным Государственного лесного реестра, лесистость области составляет около 83 % от всей ее площади. По породному составу преобладают хвойные леса, преимущественно светлохвойные, где на долю лиственницы приходится 32 %, на долю сосны – 27 % от лесопокрытой территории области [1]. Структурная целостность и устойчивость лесов во многом зависят от воздействия целого ряда неблагоприятных факторов природного и антропогенного происхождения: лесные пожары, ветровалы, несанкционированные рубки, вспышки вредителей и эпифитотий, рекреационная нагрузка, техногенное загрязнение. Причем значимость последнего обусловлена мощным экономическим потенциалом – в области сосредоточены крупные центры теплоэнергетики, топливной, химической и нефтехимической промышленности, при этом ведущей отраслью экономики является металлургическая, в частности алюминиевая промышленность. В настоящее время в регионе действует два алюминиевых завода – Иркутский (ИркАЗ) и Братский (БрАЗ), введенные в эксплуатацию еще в 1962 и 1966 гг. соответственно. Кроме того, в г. Тайшет продолжается запуск еще одного алюминиевого завода, проектная мощность которого равна 430 тыс. тонн алюминия. Следует отметить, что при производстве алюминия в атмосферу поступает значительное количество токсичных веществ: фтористый водород, оксиды серы, углерода, аэрозоли тяжелых металлов, а также смолистые возгоны, содержащие полициклические углеводороды. Таким образом, в связи с продолжающимся развитием алюминиевой промышленности на территории Иркутской области исследования воздействия поступающих эмиссий заводов не перестают быть актуальными.

Изучение состояния лесов, загрязняемых выбросами алюминиевого производства, были начаты сотрудниками Сибирского института физиологии и биохимии растений (СИФИБР СО РАН) практически со времени пуска заводов [2]. К настоящему моменту накоплен достаточно большой объем информации о многолетней динамике их состояния. Все полученные сведения были упорядочены и собраны в атрибутивную базу данных (БД) «Состояние хвойных древостоев, подвергающихся влиянию техногенных эмиссий алюминиевых заводов на территории Иркутской области» [3]. Эта БД третья по счету и представляет собой продолжение уже начатых работ по систематизации многолетних данных, характеризующих эколого-физиологическое состояние хвойных лесов на территории Байкальского региона [4, 5].

В последней БД представлена информация о жизненном состоянии сосновых и лиственничных древостоев, произрастающих на 100 пробных площадях (ПП). Из них 41 ПП расположена на территории, подвергающейся воздействию выбросов БрАЗа, 37 ПП – на территории, подвергающейся воздействию выбросов Тайшетского алюминиевого завода, 22 ПП – на территории, подвергающейся воздействию выбросов ИркАЗа. При этом, для 12 ПП указано изменение состояния сосновых лесов в динамике с 1992 г. по 2020 г., для 8 ПП – с 2002 г. по 2020 г., для 11 ПП – с 2011 г. по 2020 г. Оценка состояния древостоев производилась по визуальным показателям крон деревьев, морфоструктурным параметрам побегов и хвои, элементному химическому составу ассимиляционных органов. Представленные в БД показатели дают адекватную информацию как об уровне загрязнения светлохвойных лесов техногенными выбросами алюминиевых заводов, так и о степени нарушения жизненного состояния древостоев на определенной территории. БД создана, заполняется и модифицируется в системе управления базами данных (СУБД) Access в среде Windows. В структурно-смысловом отношении (рисунок) она состоит из трех блоков: географического, эколого-физиологического и аналитического. Географический блок содержит данные о месторасположении пробной площади (ПП) (район, приуроченность к географическим объектам, алюминиевому заводу, под действие выбросов которого преимущественно подпадает, указываются тип леса, тип почвы и следы нынешних и прошлогодних пожаров), географические координаты. Эколого-физиологический блок включает информацию о древостое в целом на каждой ПП в момент обследования (состав древостоя и его

полнота, сомкнутость крон, тип леса, тип почвы), и о насаждениях сосны (или лиственницы) в частности (уровень дефолиации и дехромации крон деревьев, морфоструктурные показатели побегов и хвои). Аналитический блок содержит информацию о количественном содержании отдельных неорганических элементов и соединениях, относящихся к классу полициклических ароматических углеводородов в хвое сосны и лиственницы, отобранных на ПП в период с 1992 по 2020 гг.



Структурная схема БД «Состояние хвойных древостоев, подвергающихся влиянию техногенных эмиссий алюминиевых заводов на территории Иркутской области».

БД состоит из таблиц, запросов, форм и отчетов. Всего в ней содержится 7301 запись, в том числе 6694 значения анализов содержания элементов в пробе. В запросах производится выбор полей исходных таблиц и последовательность, в которой они будут включены в таблицу результатов. Кроме того, в запросах производится первичный анализ занесенных данных. В режиме формы можно редактировать данные и добавлять новые в любую из таблиц. Форма позволяет пользователю уделить внимание только одной записи в таблице, в то время как при работе с таблицами, которые имеют большое число полей, у пользователя возникают неудобства и ошибки при добавлении данных. При этом в качестве источника данных для формы может использоваться как сама таблица, так и разработанный для нее запрос, обеспечивая тем самым отображение на экране самой актуальной информации. Данные, добавленные в БД, можно использовать в процессе ввода новых записей в таблицы. Это позволяет избежать многих ошибок при ручном вводе. С помощью отчетов можно просматривать, форматировать и группировать информацию в БД. Он позволяет пользователю наглядно получать информацию из ряда таблиц БД. Результаты исследований представлены в удобном виде, их легко использовать для дальнейшей статистической обработки. Каждый отчет состоит из заголовка, области данных, верхнего и нижнего колонтитулов, примечания, при этом он разбит на страницы. Поля отчета соответствуют полям таблиц базы данных. Отчеты по отдельным ПП и пробам могут быть предварительно просмотрены в общем виде из окна конструктора базы данных, а также постранично. Отчеты можно экспортировать в другие программы: Excel, Word, можно сохранить таблицы в формате PDF, а также отправить по электронной почте.

Таким образом, основными функциями созданной БД являются сбор, получение, сохранение и систематизация большого объема информации. Она может активно применяться в качестве информационного хранилища при мониторинговых исследованиях состояния хвойных лесов, для решения фундаментальных научных задач, в том числе связанных с изучением механизмов

устойчивости растительных сообществ к техногенному загрязнению окружающей среды. БД может также пополняться новыми данными других пользователей, что расширит ее научно-практическое использование. Кроме того, она может обеспечить информационной поддержкой специалистов различных ведомств, в том числе природоохранных организаций. Также материалы БД могут использоваться для построения тематических карт, отражающих уровень загрязнения и жизненное состояние древостоев на территории Иркутской области.

*Исследования выполнены в рамках госзаданий FWSS-2022-0002 № 122041100045-2 (СИФИБР СО РАН), и FWSM-2021-0001 № 121030900138-8 (ИОЭБ СО РАН), а также, частично, при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Иркутской области в рамках научного проекта № 20-44-380009.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / под ред. А. Р. Батуева, А. В. Белова, Б. А. Богоявленского. – М.; Иркутск, 2004. – 90 с.
2. Рожков А.С., Михайлова Т.А. Действие фторсодержащих эмиссий на хвойные деревья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 159 с.
3. Свидетельство о государственной регистрации БД № 2022621136 «Состояние хвойных древостоев, подвергающихся влиянию техногенных эмиссий алюминиевых заводов на территории Иркутской области» [Текст] / Калугина О.В., Афанасьева Л.В., Михайлова Т.А., Шергина О.В.; заявители и патентообладатели СИФИБР СО РАН (RU), ИОЭБ СО РАН (RU).
4. Свидетельство о государственной регистрации БД № 2019621131 «Элементный химический состав хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Предбайкалье» [Текст] / Михайлова Т.А., Калугина О.В., Шергина О.В.; заявитель и патентообладатель: СИФИБР СО РАН (RU).
5. Свидетельство о государственной регистрации БД № 2020620126 «Эколого-физиологическое состояние сосновых лесов водосборного бассейна оз. Байкал» [Текст] / Михайлова Т.А., Калугина О.В., Афанасьева Л.В., Шергина О.В. Заявители и патентообладатели: СИФИБР СО РАН (RU), ИОЭБ СО РАН (RU).

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ФЛОРЫ

*Каширина Е.С., Новиков А.А.  
Филиал МГУ в г. Севастополе, г. Севастополь*

Картографирование флоры является одной из актуальных задач современной биогеографии. Вместе с тем, современные технологии позволяют получить новые данные о флоре и упростить доступ к традиционным гербарным коллекциям. Оцифровка фондов гербариев с созданием специализированных порталов в сети Интернет позволяет ознакомиться с образцами из любой точки мира. Крупнейшим оцифрованным массивом гербарных образцов в России является Цифровой гербарий МГУ, представляющий собой консорциум нескольких российских гербариев [1]. С начала 2019г. на портале iNaturalist создан проект для документирования флоры нашей страны с использованием подходов «гражданско науки» [2]. В качестве мобильного приложения для документирования видов часто используется Pl@ntNet. Важнейшим глобальным агрегатором баз данных об объектах живой природы является Global Biodiversity Information Facility (GBIF), охватывающий более 85 тыс. различных оцифрованных коллекций [3]. Данные Цифрового гербария МГУ и iNaturalist также доступны через GBIF [4].

Авторами использованы массивы цифровых данных для исследования флоры Крымского полуострова. По данным портала [2] Крымский отдел Цифрового гербария МГУ содержит 34080 записей. В региональном проекте «Флора Республики Крым» на портале iNaturalist имеется 104676 тыс. верифицированных наблюдений «исследовательского уровня», которые проиндексированы на GBIF. В проекте «Флора Севастополя» собрано 48784 тыс. верифицированных наблюдений. Авторы принимают активное участие в сборе полевого материала: Е.С. Кашириной выполнено около 20 тыс. наблюдений, а также ручная геопривязка отсканированных гербарных образцов.

Таким образом, массив доступных цифровых данных о флоре Крымского полуострова составляет более 187500 записей.

Полученный массив позволяет дополнить наши знания о распространении различных видов и групп, например, охраняемые, инвазионные и другие растения.

Цифровые данные позволили уточнить распространение охраняемых видов растений для целей мониторинга. Например, получены новые данные о произрастании охраняемого вида ирис карликовый (*Irispumila*) на территории г. Севастополя: вид зафиксирован в 44 новых квадратах, а также подтверждены ранее известные сведения о наличии указанного вида в 29 квадратах (рис. 1). Картирование сеточным способом выполнено на основе схем Красной книги г. Севастополя[5].

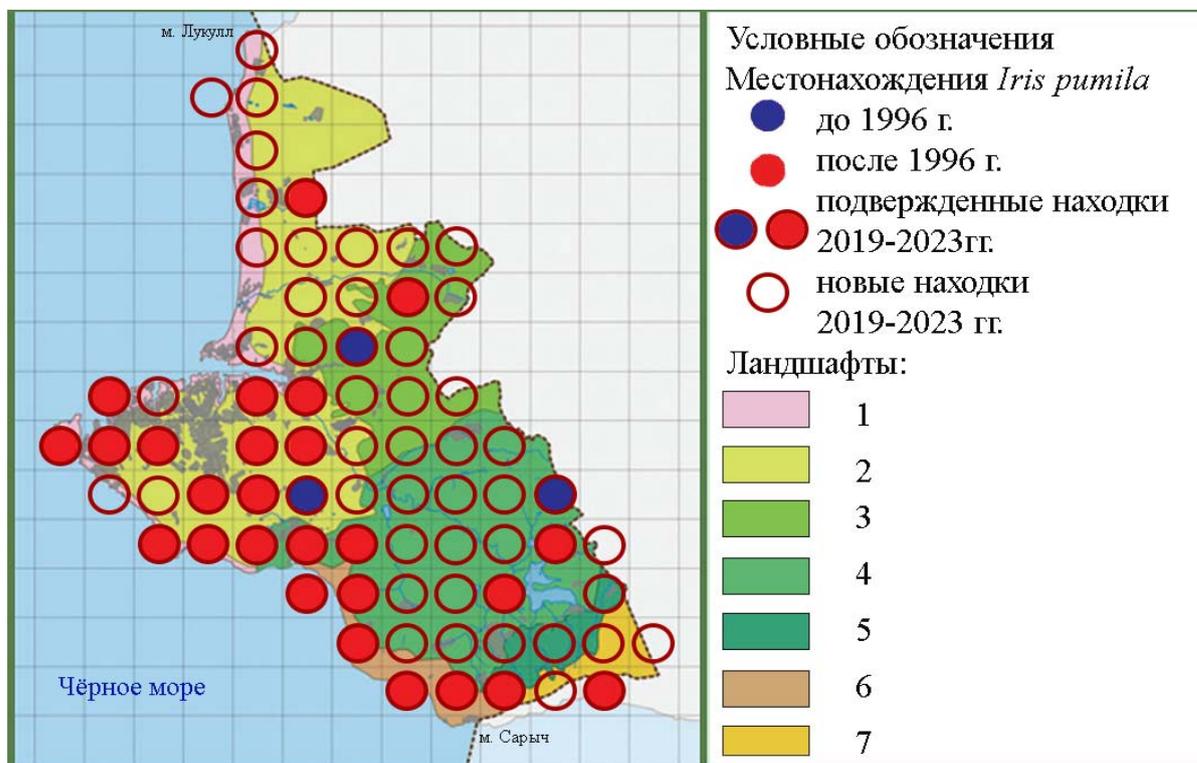


Рис. 1. Картограмма распространения ириса карликового (*Irispumila*) на территории г. Севастополя [5, 7]

Цифрами обозначены ландшафтные пояса: 1 – приморский ингрессионно-бухтовый, абразионно-гравитационный и оползневой; 2 – шибляково-разнотравных степей и лесостепей на возвышенных аккумулятивных и денудационных равнинах и предгорья; 3 – дубовых лесов с преобладанием пушистого дуба и шибляковых зарослей на возвышенных расчлененных денудационных равнинах предгорья; 4 – дубовых и можжевельново-сосновых лесов межгорных котловин и эрозионного низкогорья; 5 – дубовых и смешанных широколиственных лесов эрозионного среднегорья; 6 – фисташково-дубовых и можжевельново-сосновых лесов; 7 – лесных и лугово-лесных плато.

Для анализа распространения инвазионных видов на Крымском полуострове выбраны амброзия полыннолистная (*Ambrosiaartemisiifolia*) и айлант высочайший (*Ailanthusaltissima*).

Картографирование айланта высочайшего (*Ailanthusaltissima*) на территории Крымского полуострова выполнено точечным и сеточным способами (рис. 2).

Айлант высочайший (*Ailanthusaltissima*) отнесен к видам-трансформерам (статус 1), которые изменяют облик экосистем [6]. В цифровом гербарии МГУ имеются 4 образца айланта высочайшего, собранных на территории Крымского полуострова в 1953 г., 1990г., 2008г. и 2012г. Локализация сборов – Балаклава, Инкерман, Гурзуф. Более современные данные iNaturalist содержат 461 верифицированное наблюдение айланта высочайшего. Точки с фиксацией вида наиболее плотно расположены на Южном берегу Крыма (ЮБК), в г. Севастополе, вдоль автотрассы Севастополь – Симферополь, в г. Симферополе. В GBIF имеется 640 записей с фиксацией айланта высочайшего, включая данные Цифрового гербария МГУ, iNaturalist, а также Pl@ntNetiFLORUS: miscellaneousrecords и другие менее значимые источники. Более 99 % массива данных получены от

физических лиц, а менее 1 % – из гербарных коллекций. Наблюдения вида отмечены в течение всего года.

Амброзия полыннолистная (*Ailanthusaltissima*) – заносный вид, сильный аллерген. Для амброзии полыннолистной (*Ailanthusaltissima*) на портале Цифрового гербария МГУ имеется 11 образцов, собранных в Крыму с 1976 по 2010гг. Сборы сделаны в городах – Севастополе, Симферополе. Судаке, а также в Байдарской долине и в с. Ходжа-Сала в Бахчисарайском районе. В iNaturalist имеется 238 верифицированных наблюдений амброзии полыннолистной, которые приурочены к участку ЮБК от г. Севастополя до г. Алушты, от г. Судка до г. Феодосии, а также в крупных городах полуострова – Севастополе и Симферополе, вдоль трасс Алушта – Симферополь, Севастополь – Симферополь и вдоль западного побережья от г. Севастополя до г. Евпатории.

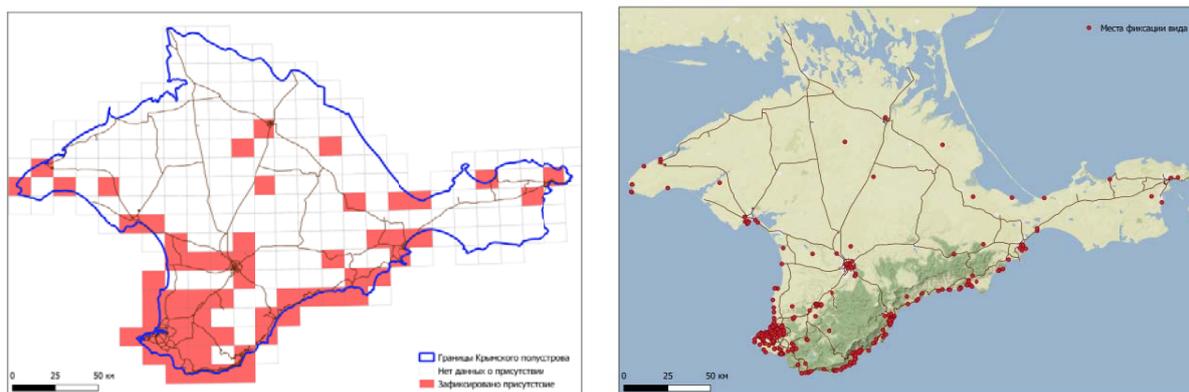


Рис. 2. Распространение айланта высочайшего (*Ailanthusaltissima*) на территории Крымского полуострова

В GBIF представлено 270 находок вида, из которых 225 получены из iNaturalist. Разница между данными iNaturalist и GBIF обусловлена задержкой в индексации данных между порталами. Также представлены данные с порталов Pl@ntNet и коллекции FLORUS: miscellaneousrecords. Около 95 % наблюдений массива сделаны физическими лицами. Вид фиксируется с мая по декабрь. Большая часть массива данных получена в 2020-2022гг.

Картографирование амброзии полыннолистной (*Ambrosiaartemisiifolia*) также выполнено точечным и сеточным способами (рис. 3).

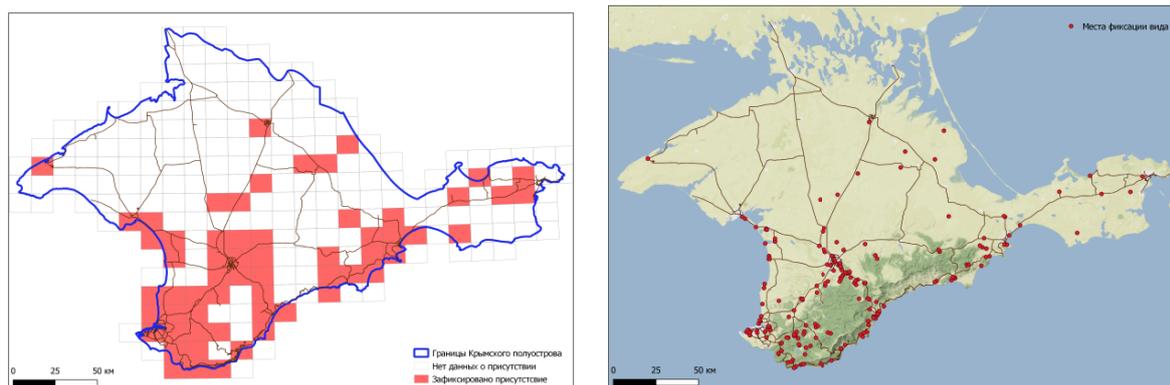


Рис. 3. Распространение амброзии полыннолистной (*Ambrosiaartemisiifolia*) на территории Крымского полуострова

С помощью цифровых баз данных можно отслеживать распространение видов. Например, впервые найденный в 2022 г. в Крыму молочай поникший (*Euphorbianutans*) является заносным видом, широко распространённым на смежных территориях Кубани [8].

Таким образом, можно сделать выводы об использовании цифровых баз данных для картографирования флоры:

1. Определено, что современные цифровые базы данных, представленные оцифрованными гербарными коллекциями и порталами сбора наблюдений физических лиц («гражданской науки»), предоставляют оперативную информацию о нахождении того или иного вида растения.

2. На примере использования агрегатора баз данных GBIF показаны варианты картографирования флоры для Крымского полуострова: мониторинга охраняемых видов, пространственного распространения инвазионных видов, а также динамики заносов с прилегающих территорий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цифровой гербарий МГУ [Электронный ресурс]. – <https://plant.depo.msu.ru/module/itemsearchpublic> (дата обращения: 15.04.2023).
2. Проект «Флора России и Крыма» | Flora of Russia and the Crimea [Электронный ресурс]. — <https://www.inaturalist.org/projects/flora-rossii-i-kryma-flora-of-russia-and-the-crimea> (дата обращения: 10.03.2023).
3. Global Biodiversity Information Facility (GBIF) [Электронный ресурс]. – <https://www.gbif.org/> (дата обращения: 20.05.2023).
4. Lomonosov Moscow State University (2021). «Flora of Russia» on iNaturalist. Metadata dataset accessed via GBIF.org [Электронный ресурс]. – <https://doi.org/10.15468/8p9c6u> (дата обращения: 20.05.2023).
5. Красная книга Севастополя. – Калининград: «Издательский Дом «РОСТ-ДООФК», 2018. – 432 с.
6. Багрикова Н.А., Скурлатова М.В. Материалы к "чёрной книге" флоры Крымского полуострова // Российский журнал биологических инвазий. – 2021. – Т. 14. – № 2. – С. 16–31.
7. Каширина Е.С., Лямина Н.В. картографирование распространения охраняемого вида *Irispumila* L. на территории г. Севастополя // Естественные и технические науки. 2023. – № 4 (179). – С. 149–151.
8. Raab-Straube E. von & Raus Th. (ed.) 2023: Euro+Med-Checklist Notulae, 16. – Willdenowia 53: 57–77. <https://doi.org/10.3372/wi.53.53104>

#### ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКИЙ ФАУНИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС: ХРОНОСРЕЗ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ИСКОПАЕМЫХ НАХОДОК

Клементьев А.М., Хаценович А.М., Рыбин Е.П., Гунчинсурэн Б., Базаргур Д.,  
Цэрэндагва Я., Олсен Дж.У.

<sup>1</sup>Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Школа Антропологии Аризонского университета, Тусон, США

<sup>4</sup>Институт археологии МАН, Улан-Батор, Монголия

*klem-al@yandex.ru*

Монголия является территорией, где Центральноазиатский фаунистический комплекс имеет непосредственные истоки происхождения. К сожалению, этого вопроса касались очень поверхностно в отношении Монголии, поскольку палеонтологические материалы с ее территории были довольно ограничены. Наиболее полная информация по этому комплексу была известна для Забайкалья (Вангенгейм, 1977, Клементьев, 2011) и Ордоса (Boule, Teilhard, 1928; Qi, 1975; Yamanaka, 1993; Dongatal., 2014). В рамках реализуемого проекта нам удалось систематизировать географические и хронологические рамки присутствия центральноазиатских млекопитающих на территории Монголии. Теперь для позднего плейстоцена Монголии известны находки таких видов как корсак, дзерен, джейран, оронго, винторог, як, кулан, два вида верблюдов, страус. Рассмотрим их дислокацию в пределах известных местонахождений.

Предварительные определения фауны пещеры Цагаан-Агуйв Гобийском Алтае из раскопок 1989 года показали наличие единичного остатка корсака (Оводов, 2001). В материалах, полученных при реализации нашего проекта, были найдены остатки этой степной лисицы в первом и втором раскопах, имеющие голоценовую и плейстоценовую сохранность. Также палеолитические находки

корсака известны из Забайкалья, на объектах Хотык, Каменка, Подзвонкая, Варварина Гора и Базино (Клементьев, 2005). Корсак достоверно определен в Монголии из неолитических слоев Тамцаг-Булага (раскопки 1969 г.).

Ископаемый дзерен известен довольно широко по югу Сибири, от Забайкалья до Алтая (Васильев и др., 2023). Для Монголии палеолитический дзерен достоверно определен для объекта МойлтынАм. Неолитический дзерен выявлен для стоянки Тамцаг-Булаг.

В 2022 году впервые для территории Монголии был обнаружен ископаемый образец черепа джейрана в Цагаан-Агуй. С большой степенью вероятности и другие фрагментарные кости газелей из ранних (Барышников, 1998) и наших раскопок пещеры принадлежат этому виду, поскольку морфологические и метрические вариации костей дзерена и джейрана очень сильно перекрываются.

Типичный тибетский вид – оронго – был в ископаемом состоянии впервые выявлен именно в Монголии, в 1989 году. Роговые стержни этой антилопы были найдены сразу в двух точках: на Орхоне-1 в Хангайских горах и в Цагаан-Агуйе. Помимо упоминания в кратких сообщениях (Барышников, 1998, Оводов, 2001) эти остатки не были подробно описаны. В результате раскопок пещеры Цагаан-Агуй в 2021-22 гг. также были обнаружены роговые стержни оронго.

Кяхтинский винторог, описанный из Забайкалья, непосредственно у границы с Монголией, также является представителем монгольской палеолитической фауны. Его ископаемые роговые стержни были определены на стоянке Орхон-7 (Геология..., 1992). Поскольку достоверные посткраниальные элементы винторогов не описаны в комплекте с черепом, вполне вероятно его дальнейшие фрагментарные находки среди изученного материала с палеолитических памятников.

Байкальский як, также описанный из Забайкалья, встречается на монгольских палеолитических объектах гораздо чаще (Васильев, 2021). Кроме элементов посткраниального скелета удалось выяснить также морфологические детали коренных зубов ископаемого яка. Благодаря этому в 2022 г. было установлено его присутствие в плейстоценовых отложениях Цагаан-Агуя.

Ископаемый кулан в Монголии также известен благодаря раскопкам палеолитических памятников. Самыми многочисленными остатками он представлен в Цагаан-Агуй. Также его дентальные фрагменты определены из раскопок Орхонских и Толборских стоянок. Неолитические слои Тамцаг-Булага (раскопки 1969 г.) также предоставили образцы костей кулана.

Тщательное изучение остатков ископаемых верблюдов из плейстоцена Монголии позволило установить существование двух видов двугорбых верблюдов в течение позднего плейстоцена (Klementiev et al., 2022). Верблюд Кноблоха существовал в Гобийском Алтае вплоть до каргинского термохрона, фактически являясь реликтом среднеплейстоценовой эпохи на данной территории. Хаптагай также найден в плейстоценовых отложениях каргинского времени (озеро Убсу-Нур, Чусутуйн-Гол), в составе каргинской териоассоциации (Grunert et al., 2000). Известны его находки и в Забайкалье (Klementiev et al., 2022). На рис. обозначены находки ископаемых верблюдов позднего плейстоцена в Сибири, Центральной и Восточной Азии.

Существование ископаемого страуса в позднем плейстоцене и голоцене Центральной Азии теперь доказано не только находками скорлупы в стратифицированных отложениях, но и прямыми радиоуглеродными датировками с различных объектов, среди которых Доролж-1, Толбор-4, -15, 21, ЧихэнАгуй (Клементьев и др., 2021), Бухын-Манхан. Самые молодые датировки получены для Шабарак-Усу.

Несмотря на различный тип сохранности костного вещества, зафиксированного в стратиграфических срезах на разных объектах (Клементьев и др., 2019), кости центральноазиатских видов встречаются в каждом из них. Существование отдельных видов до конца плейстоцена (яка, винторога) и в голоцене (корсака, кулана, дзерена, страуса) подтверждается их находками в долинах Ингоды (Сухотино-4) и Селенги (Усть-Кяхта-17) и в неолитических горизонтах Тамцаг-Булага и подъемных материалах (Janz, Feathers, Burr, 2015). Хронологические рамки существования оронго в Монголии еще требуется установить. Джейран является типичным представителем гобийских ландшафтов до сегодняшнего дня. Верхняя граница существования верблюда Кноблоха ограничена МИС-3 в Гобийском Алтае.

Современное спутниковое позиционирование позволяет фиксировать новые находки ископаемых материалов с точностью до нескольких метров. Для картосновы используется программа QGIS.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 19-78-10112п).



Места находок ископаемых верблюдов: ● *Camelus knoblochi*, ◆ *C. ferus*. Основа: программа QGIS

Карта-схема местонахождений позднеплейстоценовых верблюдов на территории Южной Сибири, Монголии и Северного Китая.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барышников Г.Ф. О предварительном определении ископаемого костного материала из пещер Монголии. Приложение 1 // Археологические исследования Российско-монгольско-американской экспедиции в Монголии в 1986 г. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 1998. С. 309–310.
- Вангенгейм Э.А. Палеонтологическое обоснование стратиграфии антропогена Северной Азии (по млекопитающим). М.: Наука, 1977. 172 с.
- Васильев С.К. Остатки байкальского яка (*Poehpagus mutus baikalensis* N. Verestchagin, 1954) из позднеплейстоценовых местонахождений Южной Сибири // Труды ЗИН. 2021. Т. 325. № 4. С. 384–408.
- Васильев С.К., Клементьев А.М., Кирилук В.Е. Дзерен (*Procapra cf. gutturosa* Pallas, 1777) в плейстоцене Забайкалья и Алтая // Труды ЗИН. 2023. Т. 327. № 2. В печати.
- Клементьев А.М. Описание остатков лисиц с палеолитических памятников Забайкалья // Северная Пацифика – культурные адаптации в конце плейстоцена и голоцене. Материалы м/н научной конференции «По следам древних костров ...». – Магадан: Изд-во СМУ, 2005. – С. 77–81.
- Клементьев А.М., Хаценович А.М., Рыбин Е.П., Базаргур Д., Марченко Д.В., Когай С.А., Гунчинсүрэн Б., ОлсенДж.У. Новые данные по палеофауне позднего плейстоцена Монголии (по материалам памятника Мойлтынам) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2019. Т. 25. С. 129–134.
- Клементьев А.М., Долгушин И.Д., Рыбин Е.П., Базаргур Д., Цэрэндагва Я., Болорбат Ц., Гунчинсүрэн Б., ОлсенДж.У., Хаценович А.М. Морфологический анализ скорлупы яиц страуса из плейстоценовых и голоценовых местонахождений Монголии // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: Материалы год. сессии ИАЭТ СО РАН. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2021. Т. 27. С. 134–141. doi: 10.17746/2658-6193.2021.27.0134-0141
- Оводов Н.Д. Плейстоценовая фауна пещеры Цаган-Агуй (МНР) // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов. Томск, 2001. С. 146–147.
- Grunert J., Lehmkuhl F., Walther M. Paleoclimatic evolution of theUvsNuur basin and adjacent areas (western Mongolia) // Quaternary International. 2000. № 65–66. P. 171–192.
- Janz L., Feathers J. K., Burr G. S. Dating surface assemblages using pottery and eggshell: assessing radiocarbon and luminescence techniques in Northeast Asia. *Journal of Archaeological Science*. 2015, Vol. 57, pp. 119–129.

Klementiev A.M., Khatsenovich A.M., Tserendagva Y., Rybin E.P., Bazargur D., Marchenko D.V., Gunchinsuren B., Derevianko A.P. Olsen J.W. (2022) First Documented *Camelusknoblochi* Nehring (1901) and Fossil *Camelusferus* Przewalski (1878) From Late Pleistocene Archaeological Contexts in Mongolia. *Front. EarthSci.* 10:861163. doi: 10.3389/feart.2022.861163

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Клементьев Алексей Михайлович, кандидат географических наук, научный сотрудник ФГБУН Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН). 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 124. e-mail: klem-al@yandex.ru

Хаценович Арина Михайловна, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института археологии и этнографии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАЭТ СО РАН). 630090, Новосибирск, пр-т Ак. Лаврентьева, 17. E-mail: archeomongolia@gmail.com

Рыбин Евгений Павладьевич, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Института археологии и этнографии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАЭТ СО РАН). 630090, Новосибирск, пр-т Ак. Лаврентьева, 17. E-mail: ryber@yandex.ru

Гунчинсүрэн Бямбаа, доктор исторических наук, заведующий сектором археологии каменного века Института археологии Монгольской академии наук (ИА МАН). 13343, Улан-Батор, ул. Жукова, 77. E-mail: bgunchinsuren@yahoo.com

Базаргур Дашзэвэг, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института археологии Монгольской академии наук (ИА МАН). 13343, Улан-Батор, ул. Жукова, 77. E-mail: dbazargur\_0622@yahoo.com

Цэрэндагва Ядмаа, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник Института археологии Монгольской академии наук (ИА МАН). 13343, Улан-Батор, ул. Жукова, 77. E-mail: tsedochoi@gmail.com

Олсен Джон Уилфред, PhD, регент-профессор Школы антропологии Аризонского университета. 85721-0030, Тусон, пр-д ИстСаус Кампус, 1009, Аризона, США. E-mail: olsenj@arizona.edu

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ ЛИШАЙНИКОВ С ДИЗЬЮНКТИВНЫМИ АРЕАЛАМИ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Лиштва А.В.

Иркутский государственный университет, Иркутск

Для Байкальского региона известно более полутора десятков видов, имеющих дизьюнктивные ареалы с центром распространения в Восточной Азии. Кроме сходных ареалогических особенностей, они имеют близкие экологические потребности и характеристики, предопределяющие их произрастание в условиях рефугиумов Байкальского региона. Как правило, рефугиальные участки отличаются от окружающих территорий как климатически, так и биотически и, обычно тесно ассоциированы с темнохвойно-лесными группировками [8]. Крупнейшими рефугиумами неморальных видов восточноазиатского генеза в регионе являются северный макросклон хребта Хамар-Дабан и Предсаянский прогиб [1, 2, 6]. Вследствие того, что подобные виды отвечают критериям реликтовости [9], они могут рассматриваться как реликты некогда существовавшей неморальной флоры.

Подавляющее большинство реликтовых неморальных лишайников известно с хребта Хамар-Дабан. Среди таких видов можно отметить *Menegazzia terebrata* (Hoffm.) A.Massal., *Coccocarpia palmicola* (Spreng.) Arv. et D. J. Galloway, *Leptogium asiaticum* P. M. Jørg., *Heterodermia japonica* (M. Satô) Swinscow et Krog и ряд других [6]. Однако имеется группа видов, не продвинувшаяся в своем распространении так далеко на запад. Только для северо-восточной части региона известны *Parmelia asiatica* A. Crespo et Divakar [4], *Parmelia shinanoana* Zahlbr. [5], *Nephromopsis ornata* (Müll. Arg.) Hue [3] и *Dolichousnea diffracta* (Vain.) Articus [7]. Произрастание указанных видов ограничено двумя пунктами, прилегающими к крупным водоемам – озерам Орон (предгорья хребта Кодар) и Большому Лебединому (предгорья Байкальского хребта).

Только в окрестностях озера Орон, особенно на его южном побережье, в пихтово-березовых лесах с кедровым стлаником выявлены эпифитный лишайник *N. ornata* и эпилитный *P. shinanoana*. В пихтовых лесах по берегам и Лебединого озера и Орона отмечены *P. asiatica* и *D. diffracta*. Совместно с перечисленными видами были обнаружены и другие неморальные лишайники с более широкими ареалами: *Dendriscosticta wrightii* (Tuck.) Moncada et Lücking, *Dendriscocaulon unhausense* (Auersw.) Degel., *Lobaria scrobiculata* (Scop.) DC., *Evernia divaricata* (L.) Ach., *H. japonica*, *L. asiaticum*, и *Leptogium hildenbrandii* (Garov.) Nyl., что указывает на уникальность исследованных местообитаний.

Выявление большого числа редких реликтовых лишайников позволяет включить окрестности озер Орон и Большое Лебединое в состав реликтовой зоны Байкальского региона, а также расширить представление о путях расселения ряда неморальных лишайников севернее Станового нагорья – через горы южной Якутии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бардунов Л. В. Третичные реликты во флоре мхов Прибайкалья. – В кн.: Научные чтения памяти Михаила Григорьевича Попова (5-е чтение). – Иркутск: Иркут. кн. изд-во: 1963. – С. 48–82.
2. Епова Н.А. Реликты широколиственных лесов в пихтовой тайге Хамар-Дабана // Изв. / Биол.-геогр. науч.-исслед. ин-т при Иркут. гос. ун-те им. А.А. Жданова. – Л., 1956. – Т. 16, вып. 1-4. – С. 25–61.
3. Лиштва А. В. *Nephromopsis ornata* (Parmeliaceae, лишенизированные Ascomycota) — новый вид для Сибири. Новости сист. низш. раст., 2023. – Т. 57 (1). – С. 75–82.
4. Лиштва А. В., Гимельбрант Д. Е., Степанчикова И. С. *Parmelia asiatica* (Parmeliaceae) — новый вид для лишенофлоры России. Новости сист. низш. раст. 2013. – Т. 47. – С. 225–229.
5. Лиштва А.В. Новый для Центральной Сибири вид *Parmelia shinanoana* (Parmeliaceae, Lichenes) // Бот.журн., 1998. – Т. 83, № 12. – С. 133–134.
6. Макрый Т.В. Лишайники Байкальского хребта. – Новосибирск: Наука, 1990. – 200 с.
7. Макрый Т.В., Лиштва А.В. Лишайники // Биота Витимского заповедника: флора. – Новосибирск: Акад изд-во «Гео», 2005. – С. 115–176.
8. Плешанов А.С., Тахтеев В.В. Рефугиумы в Байкальской Сибири как резерваты уникального биоразнообразия. – Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле: Мат-лы Всеросс. науч.-практ. конф., Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2008. – С. 358–370.
9. Попов М.Г. Особенности флоры Дальнего Востока сравнительно с европейской. – Ташкент: Изд-во «Фан», 1977. – 68 с.

### КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЕЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПОТЕРИ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОД

Макаренко Е.Л.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск

**Цели и основные методы исследования.** Цели исследования – картографирование лесов, расчет занимаемых ими площадей и оценка потенциального экономического ущерба от возможной их гибели и повреждения в результате негативного воздействия вод на побережьях озера Байкал (Иркутская область) и Иркутского водохранилища. Условными границами участков затопления и абразии, для которых характерна непосредственная связь с водоемом путем единого массо- и энергопереноса, поверхностного и грунтового стока, принят диапазон абсолютных высотных отметок от 457,0 (нормальный подпорный уровень водохранилища) до 457,85 м (максимальный (форсированный) подпорный уровень).

Абразионные участки представляют собой полосы, ширина которых (до нескольких метров от уреза воды) соответствует среднемуголетним потерям земель при поднятии уровня воды на 10 см. Они приурочены, преимущественно, к поверхностям террас, сложенных рыхлыми кайнозойскими отложениями [1]. На побережьях водохранилища абразия осложняется «боковой» формой речной эрозии.

Анализ и оценка состояния лесов проведены с использованием геоботанического, картографического, лесотаксационного, геоинформационно-аналитического методов. Геоинформационную основу составили данные экспедиционных исследований 2022 г.; результаты региональных геоботанических работ и работ по оценке влияния природно-техногенных факторов на прибрежные леса [2, 12]; материалы таксационных описаний лесов Государственного лесного реестра Министерства лесного комплекса Иркутской области и ФГБУ «Заповедное Прибайкалье» и др. Для исчисления потенциального экономического ущерба от гибели или повреждения лесов в результате негативного воздействия вод использованы государственные нормативно-законодательные документы [6, 7], региональные методики по определению продуктивности лесных ресурсов (табл. 1).

Таблица 1

Ресурсные факторы и ставки платы за единицу объема лесных ресурсов

Факторы	Ставки платы за единицу объема ресурса*	Источники для исчисления продуктивности (запаса, урожайности)
<b>Древесные ресурсы[5]</b>		
а) поврежденные до степени прекращения роста	4110 руб./м <sup>2</sup> (для абразионных участков)	Таксационные описания выделов лесничеств Иркутского, Ангарского Слюдянского, Ольхонского, Прибайкальского национального парка и Байкало-Ленского заповедника
б) при повреждении, не влекущем прекращение роста деревьев	822 руб./м <sup>2</sup> (для участков затопления).	
<b>Пищевые лесные ресурсы[6]**</b>		
а) Брусника	1,61 руб./кг	«Биологическая урожайность ягодников Иркутской области, кг/га [9].
б) Березовый сок	10,7 руб./ц	Средний показатель сокопродуктивности для Восточно-Сибирского экономического района –20 т/га [8].
в) Кедровые орехи	2,14 руб./кг	«Биологическая урожайность кедровых насаждений III, IV и V классов бонитета (кг/га) Иркутской области» [9].
г) Грибы	1,07 руб./кг	«Шкала биологической урожайности грибов в основных группах типов леса»[5]
д) Папоротник-орляк (Pteridium aquilinum)	1,07 руб./кг	«Урожайность папоротника-орляка в зависимости от типа леса, возраста насаждений и полноты в республике Хакасия»[13].
е) Мед	2,14 руб./кг	«Медопродуктивность по типам леса Западного Забайкалья (Республика Бурятия)» [14].
<b>Недревесные лесные ресурсы[6]***</b>		
а) Лесная подстилка	0,05 руб./га	«Запас подстилки в культурах основных лесообразующих пород Сибири» [13].
б) Древесная зелень	11,66 руб./т	«Объем древесной зелени в сосновых, еловых и березовых насаждениях» (по: Н.И. Казимирову) [13]
в) Крупные сучья	4110 и 822 руб./м <sup>3</sup>	
г) Кора	2,78 руб. /т	

\* Ставки платы для Иркутской области без учета коэффициента индексации такс на 2023 г. – 2,59.

\*\* Введены условные ставки платы: для ягод брусники и черники ввиду их высокой лекарственной значимости – 1,61 руб./кг, как за лекарственное сырье; для меда – 2,14 руб./кг, как за дикорастущие орехи (является максимальной среди ставок платы за пищевые и лекарственные лесные ресурсы); для папоротника-орляка – 1,07 руб./кг, как за грибы

\*\*\* Введены условные ставки платы: для древесной зелени (ветви, хвоя и листья) – 11,66 руб./т, как за лапы хвойных пород; для крупных сучьев – 4110 и 822 руб./м<sup>3</sup>, как для древесных ресурсов соответственно на участках абразии и затопления; для коры – 2,78 руб./т или 2,0 руб./м<sup>3</sup> (в пересчете для средней удельной плотности коры сосны и березы – 0,72 г/см<sup>3</sup>).

**Основные результаты исследования.** Лесорастительные сообщества в составе примыкающих к ним лесов относятся преимущественно к таежной (бореальной) растительности Урало-Сибирской фратрии формаций [10]. В зонах затопления, помимо вторичных послелесных луговых, заболоченных луговых и осоково-мохово-кустарничковых болотных сообществ (*Carex vesicaria* L., *C. canescens* L., *C. limosa* L., *Eriophorum angustifolium* Honck., *E. russeolum* Fr., *Sphagnum riparium* Fr., *Ledum palustre* L. и др.), присутствуют заболоченные участки лесов с преобладанием берез (*Betula pendula* Roth, *B. platyphylla* Sukaczew, *Betula fruticosa* Pall. и др.), ив (*Salix viminalis* L., *S. pentandra* L., *S. caprea* L., *S. rhamnifolia* Pall.), тополевых сообществ (*Populus suaveolens* Fisch.). Леса на затопляемых участках, как правило, низко- и среднеполотные (0,4-0,6), низко- и среднебонитетные (IV, III классы).

На абразионных участках центральной части западного побережья Байкала доминируют лиственнично-сосновые и лиственничные (*Larix sibirica* Ledeb., *L. czekanowskii* Szafer., *Pinus silvestris* L.) с примесью мелколиственных (*Betula platyphylla* Roth) леса. На абразионных участках Иркутского водохранилища леса представлены восстановительными сериями березовых и березово-сосновых (*Pyrola tianschanica* Poljak, *Trollisircuticus* Sipliv., *Parisquadrifolia* L., *Pulmonariadacica* (Simonk.) Simonk., *Lycopodium glavatum* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Athyrium filix-femina* (L.) Roth) травяных лесов. Леса на побережьях водохранилища преимущественно 2 и 3 классов бонитета, разновозрастные, с полнотой 0,6-0,7. На западном побережье Байкала леса низкобонитетные (IV, V классы) и низкополотные (0,3-0,5).

Данные по общей лесопокрытой площади, запасу древесины и экономическому ущербу в пределах муниципальных образований (МО) районного и городского типов в границах исследуемых участков побережий озера и водохранилища приведены в таблице 2. Наибольшие площади леса занимают в Слюдянском районе, однако наибольший потенциальный ущерб может быть достигнут в Иркутском районе, что связано с наличием здесь земель, подверженных абразии, высокими качественными характеристиками лесов.

Таблица 2

МО районного и городского типов	Лесопокрытая площадь, тыс. м <sup>2</sup>			Ущерб, тыс. руб.			Запас древесины, м <sup>3</sup>		
	Абразия	Затопление	Итого	Абразия	Затопление	Итого	Абразия	Затопление	Итого
г. Иркутск	0,3	3,9	4,3	23	366,9	59,7	5	37,8	42,8
Иркутский	42,9	520,8	563,7	4070,2	9373,7	13444,0	874,4	9465,4	10339,8
Слюдянский	0	749,6	749,6	0	8605,7	8605,7	0	8880,4	8880,4
Ольхонский	51,6	94,1	145,6	2826,3	652,3	3478,6	610,4	650,2	1260,6
Итого	94,8	1368,4	1463,2	6919,5	18998,6	25588	1489,8	19033,8	20523,6

**Выводы.** В результате воздействия процессов затопления и абразии возможна дальнейшая потеря участков леса, смещение его границ. На участках, подверженных данным процессам велики риски для всех видов экономической деятельности. *Особенно большую опасность представляют абразионные процессы, итогом которых является безвозвратная потеря не только земель, но и лесных ресурсов со всеми свойственными для них функциями.*

*Работа выполнена по темам: FWEM-2021-0005, № АААА-А21-21012190063-2 и № 122010800014-7.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байкал. Атлас. М.: Федер. служба геодезии и картографии России, 1993. – 160 с.
2. Даниленко О.К., Угрюмов Б.И., Яремчук Р.М. Влияние затопления Богучанского водохранилища на продуктивность древостоев береговой полосы // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2007. – № 17. – С. 129–132.
3. Лесотаксационный справочник для южно-таежных лесов Средней Сибири. – М.: ВНИИЛМ, 2002. – 166 с.
4. Лесохозяйственный регламент Таштыпского лесничества Республики Хакасия. – Красноярск, 2013. – 180 с.
5. Лесохозяйственный регламент Иркутского лесничества Иркутской области. – Иркутск 2018 // «Областная». № 120, 26.10.2018. – URL: <http://www.pravo.gov.ru>

6. Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства / Постановление Правительства РФ от 29 дек. 2018 г. (ред. от 18 дек. 2020 г.) № 1730 [Электронный ресурс]. – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_315299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_315299/) (дата обращения 15.05.2022).
7. О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности / Постановление Правительства РФ от 22.05.2007 № 310 (ред. от 29.11.2021) [Электронный ресурс]. – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_68813/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_68813/) (дата обращения 05.05.2022).
8. Орлов И.И. Рябчук В.П. Березовый сок. – М.: Лесн. пром-ть, 1982. – 566 с.
9. Основные положения организации и развития лесного хозяйства Иркутской области. – Иркутск: Прибайкальское лесоустроительное предприятие, 1980. – 506 с.
10. Растительность юга Восточной Сибири (карта масштаба 1:500000). – М.: ГУГК, 1972. – 4 л.
11. Решетникова, Т.В. Формирование органического вещества почвы в культурах основных лесобразующих пород Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.В. Решетникова. – Красноярск, 2015. – 16 с.
12. Ступин В.П., Пластинин Л.А., Олзоев Б.Н. Морфодинамическое исследование и геоинформационное картографирование зоны влияния Иркутского водохранилища // Интерэкспо ГЕО-Сибирь, 2018. – № 1. – С. 221–229.
13. Таксационный справочник по лесным ресурсам России (за исключением древесины) / Л.Е. Курлович, В.Н. Косицын. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2018. – 282 с.
14. Шевцова Н.Е. Медоносные ресурсы Западного Забайкалья и перспективы их использования // Растительные ресурсы Забайкалья и их использование: сб. ст. – Улан-Удэ: БФСО АН СССР, 1987. – С. 62–82.

## **МОНИТОРИНГ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕСОВ С ПОМОЩЬЮ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

*Морозова Т.И., Воронин В.И.*

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск*

Вопросами картографического изучения биоты в Сибирском институте физиологии и биохимии растений СО РАН начали заниматься с шестидесятых годов прошлого века. Начало было положено картой "Вредоносность сибирского шелкопряда", составленной проф. А.С. Рожковым в 1965 году, которую следует рассматривать как карту популяционной динамики филофага [10]. На ней проведено детальное районирование очагов вредоносности вредителя. При ее составлении учитывались такие показатели, как периодичность вспышек размножения, характер развития очагов, границы ареалов племен шелкопряда, продолжительность генерации в периоды массовых размножений, лесорастительные условия.

Специальные исследования в этом направлении были продолжены под руководством проф. А.С. Плешанова и постепенно включали новые лесопатологические показатели: встречаемость насекомых филофагов и ксилофагов, антропогенная нарушенность леса, состав возбудителей болезней леса [7, 8, 12, 13,]. Одним из условий оптимизации региональной системы лесозащитных мероприятий служит картографическая база, позволяющая выделять территории с различной степенью лесохозяйственной значимости насекомых-вредителей и возбудителей болезней леса. Достижению этой цели способствовала карта "Лесопатологическая обстановка", которая отражает пространственные особенности состава и динамики численности лесных патогенных организмов [5]. Без территориальной привязки комплексов насекомых выполнение лесопатологических карт невозможно, и поэтому данная карта была создана на основе геоботанической карты [1].

Лесопатологическое картографирование – одно из молодых направлений создания тематических карт природы. Его методологической основой служит выявление корреляционных и причинно-следственных связей между лесорастительными условиями и различными параметрами патогенных комплексов. Карта "Лесопатологическая обстановка" является первым опытом мелкомасштабного картографирования всей совокупности хозяйственно значимых вредителей и болезней леса в крупном регионе [5]. Объектом картографирования служит патогенный комплекс –

сообщество насекомых-вредителей и возбудителей болезней леса в пределах определенной лесотипологической единицы, которое имеет своеобразные видовой состав, структуру и особенности динамики численности [9]. Отражая современное представление о пространственно-ценотической и динамической структуре патогенных комплексов, эта карта является, по существу, синтезом двух тематических карт природы. Показывая распространение патогенных комплексов, различающихся по составу насекомых-вредителей и возбудителей болезней леса, она является биоценотической картой или картой населения патогенных организмов. С другой стороны, отражая территориальную приуроченность вспышек размножения насекомых и массового поражения лесов болезнями, она является картой популяционной динамики патогенов. В целом, эта карта имеет оценочно-инвентаризационный и обзорно-справочный характер.

Составлению данной карты предшествовал анализ данных о составе вредителей и патогенов, их трофических отношениях, биотопической приуроченности, популяционной динамике, степени повреждения лесов насекомыми и болезнями. При этом использовались результаты многолетних авторских работ, а также опубликованные материалы других исследователей [12, 13]. Обилие видов насекомых-вредителей и возбудителей болезней леса обусловило необходимость введения критериев, ограничивающих объем картографируемой информации. В качестве основного индикатора выделения патогенных комплексов были использованы наиболее хорошо изученные насекомые-потребители хвои и листьев, тонко реагирующие на условия среды. В этой связи в список видов, приведенных в легенде, включены все филлофаги, доминирующие на хвойных породах (их доля участия в населении превышает 30 %) и филлофаги, абсолютно доминирующие на лиственных лесобразующих породах (их доля участия в населении превышает 80 %). В реестр входят и виды, способные к резким колебаниям численности и образующие очаги массовых размножений. Включение в состав комплексов других патогенных организмов проведено на основе экспертных оценок их популяционной динамики и вредоносности. Основное внимание уделено хозяйственно важным группам и видам, значимость которых оценивалась прежде всего по размерам наносимого эколого-экономического ущерба, а также по уровню колебания численности [9].

Структура лесных патогенных комплексов четко зависит от средообразующих факторов и их параметров: от состава пород-эдификаторов, градиентов тепло- и влагообеспеченности, уровня загрязнения атмосферного воздуха и т.п. Сравнительный анализ состава комплексов с применением методов теорий множеств, отношений и графов с последующей типизацией показали, что выделение комплексов в пределах серий или групп типов леса достаточно достоверно (уровень их сходства 70 %). При этом было установлено, что дифференциация энтомофауны и грибных фитопатогенов в рамках типа леса при мелкомасштабном картографировании нецелесообразна ввиду высокой экологической пластичности большинства компонентов [13, 8].

От разработки до издания карты в 2004 г. прошло более 20 лет и столько же после ее издания. Понятно, что карта через 40 лет становится не актуальной. За этот период времени были обнаружены новые опасные виды насекомых и болезней леса, приносящие еще более сильное поражение леса [2, 3, 4, 11]. При масштабных вырубках, лесных пожарах, техногенных и климатических изменениях, инвазионных заносах вредителей и болезней лесопатологическая обстановка существенно изменилась [2, 3, 4, 14, 15]. Вспышки насекомых и заболеваний леса возникают при нарушении лесных массивов на обширных территориях [6, 11].

На основе современных технических достижений необходимо создавать лесопатологические карты в электронном виде с детализацией по административным районам и вносить изменения состояния древостоев на текущий период времени, с созданием отдельных карт для особо охраняемых природных территорий (заповедники, заказники, национальные парки).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А.В., Гаращенко А.В., Кротова В.М. и др. Растительность юга Восточной Сибири (карта, м. 1 : 1 500 000). – М.: ГУГК, 1972. – 4 л.
2. Быстров С. О., Морозова Т. И., Воронин В. И., Осколков В. А. Инвазия уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford в темнохвойную тайгу Южного Прибайкалья (хребет Хамар-Дабан) // Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски : Материалы Всероссийской конференции с международным участием (Красноярск, 26–31 августа 2019 г.). – Красноярск : ИЛ СО РАН, 2019. – С. 70–72.
3. Воронин В.И., Софронов А.П., Морозова Т.И., Осколков В.А., Суховольский В.Г., Ковалёв А.В. Ландшафтная приуроченность бактериальных болезней темнохвойных лесов хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // География и природные ресурсы. – № 4. – 2019. – С. 56–65.

4. Воронин В.И., Софронов А.П., Морозова Т.И., Осколков В.А., Суховольский В.Г., Ковалев А.В. Мониторинг состояния лесов Байкальского региона и оценка их устойчивости к болезням и лесным вредителям в условиях изменяющегося климата /Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием «Экологические проблемы бассейна озера Байкал» (28 августа – 1 сентября 2022 г., Улан-Удэ): электронное издание. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2022. – С. 37–41.

5. Морозова Т.И., Плешанов А.С., Эпова В.И. Лесопатологическая обстановка // Атлас Иркутской области. Экологические условия развития. – М. – Иркутск, 2004. – С. 90.

6. Морозова Т.И., Воронин В.И. Многолетний лесопатологический мониторинг в Байкальском регионе и выявление причин массовых повреждений лесов. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2019. – 118 с.

7. Плешанов А.С., Михайлова Т.А., Воронин В.И., Бережная Н.С., Эпова В.И., Морозова Т.И., Тошаков С.Ю. Картографическая оценка состояния растительности, загрязняемой аэропромвыбросами промышленных центров Приангарья // Проблемы земной цивилизации / Док. конф. Теоретические и практические проблемы безопасности Сибири и Дальнего Востока. Иркутск: Ир ГТУ. – Вып. 1. часть 1. – 1999.– С. 109–113.

8. Плешанов А.С., Михайлова Т.А., Воронин В.И., Бережная Н.С., Эпова В.И., Морозова Т.И., Тошаков С.Ю. Комплексная эколого-фитотоксикологическая карта (М 1 : 1 000 000) // Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Иркутской области в 1999 году. – Иркутск, Госкомприроды Иркутской обл., 2000. – С. 84–90.

9. Плешанов А.С., Эпова В.И., Морозова Т.И. Лесопатологическая карта Иркутской области // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем. – Иркутск: Изд-во Иркутского государственного технического университета, 2005. –С. 42-45.

10. Рожков А.С. Массовое размножение сибирского шелкопряда и меры борьбы с ним. – М.: Наука, 1965.– 170 с.

11. Черпаков В.В., Морозова Т.И., Воронин В.И., Осколков В.А. *Pectobacterium carotovorum* (Jones, 1901) Waldee, 1945 Пектобактериум каротоворум. // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / Ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. – М.: Тов-во научных изданий КМК, 2018–С. 27–33.

12. Эпова В.И., Плешанов А.С. Зоны вредоносности насекомых–филлофагов Азиатской России.– Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1995. – 147 с.

13. Яновский В.М., Плешанов А.С., Эпова В.И. Картографическое обеспечение мониторинга лесных насекомых // Лесопатологические исследования в Прибайкалье. – Иркутск: СИФИБР СО РАН СССР, 1989.– С. 71–88.

14. Larissa N. Vasilyeva, Tatyana I. Morozova & Steven L. Stephenson. Ascomycetous fungi of Siberia. III. *Elytroderma baikalense* sp. Nov. // Mycotaxon. – April–June 2017. – Volume 132. – P. 251–255.

15. Miller M., Sieber T., Morozova T., Sizykh A., Hamberg L. Adaptation of subpopulations of the Norway spruce needle endophyte *Lophodermium piceae* to the temperature regime // Fungal Biology. – 2019. – Vol. 123. – P. 887–894.

## **ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА**

*Мядзелец А.В.*

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск  
ФГБУ Заповедное Подлеморье, Усть-Баргузин*

Создание систематизированных баз географических данных (БД) является необходимым и основополагающим этапом для геоинформационного картографирования растительного покрова. В настоящее время происходит активный переход от традиционного (ручного) сбора информации к автоматизированному, с использованием обработки дистанционных материалов – как космических снимков высокого разрешения, БПЛА, так и других видов съемок. При этом в связи с

несовершенством разрабатываемых методов формирования и автоматической систематизации и синхронизации БД по-прежнему существенную роль играет «заверка» вносимой в них информации на основе полевых визуальных обследований и тематических карт в бумажном и электронном растровом виде.

Проводимые многолетние исследования в области геоинформационного картографирования растительного покрова на различных территориях Центральной экологической зоны озера Байкал позволили выявить и обобщить типичные проблемы сбора данных. К ним относятся следующие.

Отсутствие унифицированной электронной векторной геоинформационной сетки и структуры БД, на основе которых должны решаться инвентаризационные, оценочные и прогнозные задачи картографирования растительности. К настоящему времени накоплено большое количество данных в виде бумажных отчетов, публикаций и карт, электронных коллекций космоснимков, ортофотопланов и векторных слоёв, доступных в сети Интернет или выполненных самостоятельно. Как правило, при сведении в единый проект выявляется высокая разрозненность и бессистемность информации. Зачастую она носит случайный характер и не увязана с аналогичной, выполненной другими исследователями.

Часть данных имеет низкое качество и надежность, что связано с разным профессиональным уровнем специалистов или недостаточной адекватностью методов обработки исходных материалов. Отсюда вытекает проблема точности и объективности данных и, следовательно, возможности использования для научного анализа и оценок. При этом специально организованные централизованные масштабные полевые и стационарные исследования для сбора актуальных данных об особенностях ареалов различных видов, состоянии и динамике растительного покрова и т.п. не проводились достаточно давно, что является причиной таких проблем, как недостаток специальных тематических БД по растительности и потеря актуальности уже имеющейся информации, взятой с архивных отчетов и карт предыдущих лет.

Эти трудности усугубляются тем, что возможности современных ГИС-технологий, специальных приложений для сбора и систематизации исходных материалов, создания единых универсальных БД и обработки информации для картографирования состояния и динамики растительного покрова с последующим решением различных задач используются достаточно слабо. Обозначенные проблемы характерны не только для разных организаций, не связанных необходимостью выполнения совместных мониторинговых, научных, исследовательских работ, но и для одного учреждения, что значительно усложняет обработку информации за разные годы, собранную отдельными специалистами, но направленную для решения одной задачи.

Решение названных вопросов, возникающих при создании систематизированных БД, имеет высокую актуальность при проведении мониторинговых исследований расположения ареалов редких видов флоры, картографирования состояния, динамики и нарушенности растительного покрова в результате воздействия природных и антропогенных факторов, а также анализа видового состава и разнообразия растительных сообществ, являющихся кормовой базой некоторых краснокнижных видов животных и влияющих на их численность и распространение. Они рассматриваются и решаются при планировании и реализации тематических научных исследовательских проектов на подведомственных территориях ФГБУ «Заповедное Подлеморье», в частности, в Баргузинском заповеднике и Забайкальском национальном парке.

В ходе разработки методик сбора данных и формирования структуры универсальных БД при решении различных задач картографирования растительного покрова на исследуемых территориях выявлены следующие сложности.

- Организация и ведение сбора фактических данных, в том числе многолетнего мониторинга. Для получения достоверных рядов данных необходимо не только соблюдать единообразие в сборе информации в типичных условиях, но и обеспечивать стабильное в течение длительного времени описание характерных компонентов геосистем, ареалов видов, особенностей их среды обитания.

- Неавтоматизированное накопление данных, которое в значительной степени замедляет и затрудняет этот процесс.

- Труднодоступность ключевых и эталонных участков, характерная для байкальской территории, ещё более усложняет своевременный систематический и оперативный сбор информации с её обработкой. В связи с этим возникают сложности с мобильностью и универсальностью выполнения поставленных задачи одного типа.

- Синхронизация и сохранение информации.

- Оперативное внесение информации и визуализация и картографирование первичных данных.

Для решения названных проблем поставлена задача поиска организационных механизмов, которые бы позволили объективизировать и автоматизировать ведение работ по сбору и созданию общей базы данных как основы географических исследований; создать систему геоинформационного мониторинга с использованием современных технологий; синхронизировать и исключить потери собираемой информации; создавать универсальные способы оперативного внесения данных и визуализации результатов. Для этого разрабатываются и набирают популярность мобильные геоинформационные приложения для сбора данных, например, QField или другие. Данные, собранные с помощью таких приложений, далее можно загружать и обрабатывать с использованием ГИС (ArcGIS, QGIS и т.п.). Приложения устанавливаются на смартфоны или планшеты и позволяют непосредственно на мобильное устройство оперативно вносить, синхронизировать и визуализировать необходимую информацию под определенные задачи картографирования растительности. Также они позволяют работать в режиме навигатора и определять координаты местоположения, что ещё больше повышает их универсальность и удобство. Для работы научных сотрудников ФГБУ «Заповедное Подлеморье» с целью создания общей систематизированной БД внедряется приложение QField.

В соответствии с конкретными задачами в приложении создается рабочий проект с векторными и растровыми слоями, аналогичный проекту в геоинформационных системах. Например, слои могут включать информацию о видах редких растений, их количестве или других фенологических характеристиках, естественной или антропогенной нарушенности растительного покрова и т.п. Информация структурирована в виде атрибутивной БД и вносится с помощью выпадающих меню, списков, цифровых рулеток. Например, для слоя «редкие растения» вносятся следующие характеристики – номер мониторинговой площадки, название вида, общее число растений, число цветущих растений, дата наблюдения, фамилия наблюдателя, примечания, площадь ареала (рассчитывается автоматически). Содержание слоев предварительно подробно описывается, между специалистами согласуются необходимые характеристики БД для описания слоя, создаются расшифровочные файлы, а сама информация по возможности кодируется в численном виде.

Сбор данных выполняется непосредственно на маршруте. В рабочий слой можно вносить векторные точечные или площадные объекты. Встроенная геолокация смартфона позволяет точно определять местоположение мониторинговых площадок, вносить ареалы и т.п. После оцифровки объектов и заполнения их атрибутивного меню данные автоматически сохраняются в смартфоне в виде векторного слоя, который копируется или пересылается для дальнейшей обработки на сервер, в облачный сервис или стационарный компьютер. Все данные являются редактируемыми. Объекты можно добавлять, удалять, перемещать, исправлять границы, атрибуты и т.п.

Автоматизация процесса сбора данных для исследований с помощью геоинформационного мобильного приложения позволила решить различные задачи. Данные сразу собираются в цифровом виде – нет необходимости их дополнительно оцифровывать. В оперативном режиме (на месте проведения работ) создаются и могут редактироваться векторные объекты и их атрибуты. Полученные форматы данных совместимы с ГИС, они в виде векторных слоев и атрибутов добавляются в рабочий проект для дальнейшего геоинформационного анализа и используются для пополнения БД. Разработанная универсальная сквозная структура атрибутов снижает вероятность субъективного оценивания, потери информации и унифицирует содержание будущей геоинформационной БД, что облегчает последующую совместную обработку полевых данных. Обработанные данные и геоинформационная основа удобны для последующего анализа и получения картографических и информационных продуктов, предназначенных для решения рекреационных, природоохранных, организационных и научных задач, поставленных перед ФГБУ «Заповедное Подлеморье».

*Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы: АААА-А21-121012190056-4).*

## ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ГАМАЗОВЫХ КЛЕЩЕЙ АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Никулина Н.А.

*Иркутский государственный аграрный университет, г. Иркутск*

Когорта Gamasina – уникальная группа представителей типа Членистоногие (Arthropoda) класса Agasnoidea. Наибольший интерес представляют паразитические гамазовые клещи пять семейств: Dermanyssidae, Haemogamasidae, Hirstionyssidae, Laelaptadae, Macronyssidae, которые аналогично иксодовым клещам, участвуют в циркуляции природноочаговых заболеваний, таких как клещевой и японский энцефалиты, туляремия и др., что подтверждается исследованиями, начиная с 1902 г. XX-го столетия, однако первые описания клещей относятся к середине XIX-го столетия. Прокормителями гамазовых клещей являются разные группы млекопитающих, преимущественно грызуны (Rodentia), зайцеобразные (Lagomorpha) и насекомоядные (Insectivora). В гнездах этих животных развиваются ларвальные стадии имаго гамазид. Особенности жизнедеятельности мелких млекопитающих сформировали специфические и благоприятные условия для развития, размещения и передвижения гамазовых клещей в гнездах хозяев-прокормителей, которые стали их важным компонентом микробиоценоза. Между клещами и прокормителями установились сложные взаимоотношения, основанные на тесных топических и трофических связях. Для микропопуляций гамазид, которые зависят от различных факторов (температуры, влажности, особенностей биологии хозяев: время появления молодых особей, число генераций, величина выводка и т.д.), несомненно, сказывается сезонная зараженность, видовое разнообразие и присутствие (доминирование или единичные встречи) с другими обитателями гнезд.

Преимагинальные стадии гамазовых клещей в основном сосредоточены в гнезде, а на зверьках встречаются имаго, реже дейтонимфы и случайно протонимфы. При этом, большая часть паразитических гамазовых клещей – это высокоспециализированные формы, обладающие различными адаптациями к использованию крови хозяина в сочетании с другими способами питания, включая зоофагию, схизофагию, некрофагию, каннибализма.

Основой для настоящего сообщения послужили оригинальные материалы, собранные автором на протяжении многих лет, начиная с 1975 г. в разных регионах Азиатской России. Зоогеографическая принадлежность клещей основана на многочисленных работах как российских, так и зарубежных авторов [1, 2, 3].

*Dermanyssus gallinae* (Redi, 1674) Duges, 1834 и *D.hirundinus* (Herm.) Berl., 1804 из сем. Dermanyssidae принято считать так называемыми “птичьими” клещами, которые являются облигатными гематофагами, способными питаться свежей кровью. Вместе с тем, они достаточно часто встречаются на мелких млекопитающих, а их ареалы охватывают различные зоогеографические области. Поэтому принято считать их космополитами.

Группа клещей сем. Haemogamasidae (*Haemogamasus* Oudemans, 1926) в зоогеографическом отношении разнообразна, включая четыре группы. Так, широко распространенные виды, *H.liponyssoides* Ewing, 1925, *H.pontiger* Berl., 1889, *H.nidi* Mich., 1892 следует считать голарктическими, а, возможно, и космополитами, т.к. они встречаются в различных ландшафтных зонах. Самыми многочисленными следует считать облигатного гематофага *H.liponyssoides* Ewing, 1925 и факультативного гематофага с присутствием зоофагии, схизофагии, некрофагии, каннибализма, межвидовой и межродовой конкуренции *H. ambulans* Thorell., 1872. Эти два вида зарегистрированы на всех видах мелких млекопитающих, являясь доминантами.

К западным палеарктическим видам относятся четыре вида: *H.citelli* Breg.et Nelz., 1952 *H.hirsutosimilis* Willm., 1952, *H.hirsutus* Berl., 1889, *H.horridus* Mich., 1892, которые на территории Азиатской России зарегистрированы крайне редко, в основном вблизи Урала.

Группа восточнопалеарктических видов самая многочисленная и включает 9 видов: *H.dauricus* Breg., 1950, *H.gontcharovi* Bujakova, 1982, *H.hodosi* Bujakova et Gontcharova, 1961, *H.ivanovi* Breg., 1956, *H.mandschuricus* Vitz., 1930, *H.nidiformes* Breg., 1952, *H.serdjukovae* Breg., 1949, *H.timofejevi* Bujakova et Gontcharova, 1962, *H.transbaicalicus* Bujakova et Gontcharova, 1964.

Четвертая группа – монголо-даурские виды, объединяет три вида: *H.bujakovi* Bondartchuk, 1976, *H.kitanoi* Asan., 1948 (*H.polychaeta*, Breg., 1949), *H.kusumotoi* Asanuma, которые отмечены практически только в Забайкалье.

Клещи семейства Hirstionyssidae (*Hirstionyssus* Fonseka, 1948) чаще всего характеризуются как облигатные гематофаги, однако их хелицеры не приспособлены к прокалыванию кожи и используют для насыщения кровью ссадины или порезы. Некоторые из хирстионисид могут нападать на людей.

Семейство включает голарктические и палеарктические виды. К первым относятся 5 видов: *H.apodemi* Zuevsky, 1967, *H.isabellinus* Oudms., 1913, *H.musculi* Johst., 1849, *H.talpaе* Zem., 1954, *H.tatricus* Mrciak, 1952, а к палеарктическим – 12: *H.eusoricis* Breg., 1956, *H.eversmanni* Zem., 1955, *H.laticutatus* Meillon et Lavoipeirre, 1944, *H.meridianus* Zem., 1951, *H.pauli* Willm., 1952, *H.sciurinus* Hirst., 1921, *H.confucianus* Hirst., 1921, *H.criceti* Sulzer, 1774, *H.gudauricus* Rasumova, 1957, *H.branchardi* Troues., 1904, *H.pavlovskyi* Zem., 1959, *H.transiliensis* Breg., 1956. Необходимо отметить, что последние 6 видов имеют узкие ограниченные ареалы, связанные с распространением их прокормителей.

Семейство Laelaptidae включает несколько родов *Androlaelaps* Berlese, 1903; Till, 1969 (=Наемолаеласы, Berlese, 1910), *Eulaelaps* Berlese, 1930, *Hyperlaelaps* Zachvatkin, 1948, *Laelaps* C.L.Koch, 1836, *Myonyssus* Tiraboschi, 1904. Представители этого семейства либо факультативные гематофаги с зоофагией, схизофагией, некрофагией, каннибализмом и способностью высасывать кровь из напившихся кровью личинок и нимф иксодовых клещей с проколом покровов, либо облигатные, используя ссадины и ранки или мягкую нежную кожу новорожденных зверьков.

Среди них зарегистрированы 5 видов космополитов: *A.(H.) casalis* Berl., 1887, *A.(H.) glasgowi* Ewing., 1925, *E.stabularis* C.L.Koch., 1836 (Berl., 1903), *L.echidninus* Berl., 1887, *L.nuttalli* Hirst., 1915 и 21 – палеарктические: *A.pavlovskyi* Breg., 1955, *A.semidesertus* Breg., 1952, *E.criceti* Vitzth., 1930, *E.kolpakovae* Breg., 1950, *H. amphibius* Zachv., 1948, *H.arvalis* Zachv., 1948, *L.agilis* C.L.Koch, 1836, *L.algericus* Hirst., 1925, *L.alaskensis* Grant, 1947, *L.clethrionomydis* Lange, 1955, *L.hilaris* C.L.Koch., 1836, *L.jettmani* Vitzth., 1930, *L.lemmi*, Grube, 1851, *L.micromydis* Zachv., 1948, *L.multispinosus* Banks, 1909, *L.muris* Ljungh., 1799, *L.pavlovskyi* Zachv., 1948, *L.semitestus* Koch., 1878, *M.dubinini* Breg., 1949, *M.gigas* Oudms., 1912, *M.ingricus* Breg., 1956.

Семейство Macronyssidae (*Ornithonyssus* Sambon, 1928). Клещи из этого семейства – космополиты, облигатные гематофаги, способные к прокалыванию покровов: *O. bacoti* Hirst., 1913 и *O.sylviarum* Can.et Fanz., 1877.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никулина Н.А. Гамазовые клещи (Gamasina). Сем.Laelaptidae, Наемогамасиды, Hirstionyssidae, Dermanyssidae, Macronyssidae. Библиографический указатель отечественной литературы на русском языке (Посвящен акарологу Е.В. Королевой) / Н.А. Никулина // СПб.: Наука, 2002. – 98 с.
2. Никулина Н.А. Гамазовые клещи (Gamasina). Сем.Laelaptidae, Наемогамасиды, Hirstionyssidae, Dermanyssidae, Macronyssidae, Spinturnyssidae, Rhinonyssidae. Библиографический указатель отечественной литературы на русском языке (Посвящен акарологу Е.В. Королевой). – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. – Ч. 2. – 80 с.
3. Никулина Н.А. Каталог паразитических гамазовых клещей млекопитающих Северной Евразии / Н.А.Никулина // СПб.: Тип. "Акционер и К", 2004 – 170 с.

## ТИПИЗАЦИЯ ПАРКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Озерова С.Д.

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

Санкт-Петербург – крупнейший из городов мира, расположенных на 60-й параллели северного полушария. Это самый большой город в пределах таежной зоны, его площадь составляет 1439 км<sup>2</sup>. Город занимает основную часть Приневской низины, террасированный рельеф которой связан с понижениями уровня послеледниковых водоемов. Абсолютные высоты – от 0 до 176 м. Около 30 % территории города можно отнести к мало нарушенным ландшафтам. Городские леса

составляют 20 % территории, в них преобладают ель, сосна и береза; 5 % занимают болота, 5 % приходится на луга и прибрежно-водную растительность [1].

За более чем трехсотлетнюю историю Санкт-Петербурга, было создано много парков и садов, которые стали известны на весь мир и вошли в список наследия ЮНЕСКО «Исторический центр Санкт-Петербурга и связанные с ним комплексы памятников». На крупные парки и сады приходится около 5 % территории города.

К паркам относятся зеленые насаждения, где преобладают управляемые человеком процессы. Видовой состав, внешний вид и общее состояние насаждений зависят исключительно от степени вовлеченности человека в формирование и поддержание парка. Это означает ослабление конкуренции за ресурсы внутри растительных сообществ, а влияние на растительные сообщества со стороны человека выше, чем естественные процессы, которые в них протекают. Данные особенности приводят к тому, что применить обычную классификацию растительных сообществ не представляется возможным: легенда к карте растительности на ее основе не будет в полной мере отражать все многообразие парков Санкт-Петербурга.

На основе имеющихся полевых данных по паркам Санкт-Петербурга по степени преобразованности исходных естественных сообществ можно выделить 5 основных групп, распространенных в парках Петербурга.

1. Условно естественные сообщества. Такие сообщества встречаются в крупных старых парках, где были сохранены массивы естественной растительности. Главные отличительные признаки таких сообществ: отсутствие интродуцентов в древесном ярусе (древостой состоит из хвойных и мелколиственных пород, характерных для Северо-Запада России); травостой не косится и в нем преобладают свойственные для данного типа местообитания виды. Присутствует подрост и подлесок. Кроме того, к условно естественным сообществам относятся зарастающие водоемы, а также неблагоустроенные участки парков, где произрастают в основном ивы и черемуха.

2. Полуестественные сообщества. Основное отличие от предыдущих сообществ – здесь произрастают интродуценты. Можно предположить, что помимо посадок (или подсадок) других существенных изменений в ландшафтах не производили. В таких сообществах, как и в предыдущем, протекают естественные процессы.

3. Посадки деревьев. В отличие от первых двух групп – здесь косится трава и более разреженное распределение деревьев (однако все равно сохраняется равномерное распределение по площади, как и в лесу, и в предыдущих типах). Такой тип также, как и предыдущие, характерен для довольно крупных парков, где возможно создание однородных достаточно крупных участков растительных сообществ. В этой группе не имеет значения вид высаженных деревьев, так как видовой состав древостоя не влияет на почвенный покров.

4. Искусственные сообщества (чередование открытых полей и куртин деревьев). Самый распространенный тип парков Санкт-Петербурга. Он характерен как для небольших исторических парков, расположенных в центре города, так и для парков, заложенных в «новых» районах в 1960–1980-е гг. Деревья высажены группами на расстоянии друг от друга, а вокруг устраивается подстриженный газон. В старых парках деревья чаще всего высажены вдоль дорожек, а между ними остаются открытые участки с газонами и иногда цветниками. Для парков советского периода характерна иная планировка: на обширных участках газона разбросаны группы деревьев (часто такая группа состоит из одного вида). Из-за такого оформления доля открытых пространств выше, чем в исторических парках.

5. Партерные сады (Французские сады). Полностью искусственные насаждения, которые требуют постоянного ухода. В данном типе формируются деревья и кустарники, которые участвуют в обрамлении цветников.

В отдельную категорию вынесены дендропарки: Ботанические сады Ботанического института РАН, а также Лесотехнического и Государственного университетов, где заложен совершенно иной принцип посадок, чем в обычных парках.

В дальнейшем в легенде к карте растительности Санкт-Петербурга в масштабе 1 : 100 000 будут представлены все эти группы растительных сообществ, каждая из которых будет подразделена по видовому составу и особенностям местообитаний.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга. 2016. Отв. ред. В.Н. Храмов, Т.В. Ковалева, Н.Ю. Нацваладзе. СПб. 176 с.

## КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОГРАФИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ

Огуреева Г.Н.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,

Развитие биогеографических исследований в области современной монтологии – научного направления об устойчивом развитии горных территорий, тесно связано с совершенствованием принципов, подходов и методов картографирования биоты [1]. Горная биогеография, имея длительную историю, в полной мере начинается с трудов Александра фон Гумбольдта, который сформулировал представление о высотной поясности и региональности (провинциальности) гор. Он впервые обратил внимание на особую роль горных территорий в судьбах человечества и способствовал становлению географии гор как научной дисциплины комплексного характера.

Биогеография гор связала богатство биоты и сообществ с бесконечным разнообразием местообитаний, которые формируются в горах в трехмерном пространстве и определяются такими геофизическими параметрами как широта, долготы и высота над уровнем моря. Поэтому для гор характерно интегральное проявление широтных и высотно-поясных особенностей распределения живого покрова, сложившегося в этих условиях в процессе исторического развития. Большое значение имеет положение горных массивов в системе общей циркуляции атмосферы, зональных подразделений, ландшафтных особенностей территории, связанных с величиной горных массивов, барьерной ролью хребтов, степенью и характером расчленения поверхности. К специфике горных биомов в первую очередь относится высокое биологическое разнообразие.

В биогеографии накоплен определенный опыт отображения на картах структурных, экологических, динамических свойств горных экосистем, их пространственно-временных взаимосвязей на разных уровнях организации биотического покрова, позволяющий получать пространственные представления об их выраженности. Картографический метод исследования, с применением геоинформационных технологий, материалов дистанционного зондирования Земли, стал одним из основных в эколого-географических исследованиях в изучении географии биоразнообразия гор и анализе его состояния [5]. Биогеографическое картографирование, являясь одним из разделов тематической картографии в области карт природы, остается универсальным способом познания в географической науке, в том числе и в области географии биоразнообразия.

Необходимость обзорных карт, охватывающих большие пространства страны и мира, обусловлена потребностями выявления и оценки экологического потенциала территории через особенности биоты, адаптированной к региональным условиям среды и связанной общей историей развития со всеми другими компонентами природных комплексов. Для территории России в серии карт природы для высшей школы составлена Карта «Биомы России» (1:7 500 000; 2018), которая представляет первый опыт отображения дифференциации биотического покрова страны на региональном уровне по составу экосистем с оценкой их биоразнообразия по флоре и фауне, растительности и животному населению [2]. В основу легенды карты положена классификация наземных экосистем [10], в которой наряду с зональным рядом соподчиненных экосистем выделен ряд горных экосистем (оробиомов) соответствующего ранга: **оробиомы – I-го порядка – оробиомы II-го порядка – региональные оробиомы**, которые показаны на карте. В этой классификации использован географо-типологический принцип при выделении структурных подразделений и эколого-географический подход к их интерпретации.

В основу выделения оробиомов России положена классификация типов поясности, разработанная при составлении Карты «Зоны и типы поясности...» [4]. Экосистемное разнообразие в горах связано, прежде всего, с представлениями о поясе растительности и типах поясности, которые являются базовыми в горной экологии. Пояс растительности принимается с учетом интерпретации многих авторов [9, 7, 6, 3] по преобладанию коренных сообществ основных для пояса формаций (например, горнотаежный) или нескольких типов растительности (лесостепной) на склонах разных экспозиций, наиболее характерных для определенной высотной ступени. Пояс растительности, таким образом, представляет природное единство (макрокомбинацию) взаимосвязанных сообществ (климатипов), взаимообусловленность и связь составных частей которого поддерживают его внутреннюю организацию и составляют содержание самой поясной системы. Совокупности отрезков растительных поясов в пределах определенного сектора горной страны образуют высотно-поясные спектры, обусловленные широтно-климатическими и провинциальными особенностями горного макроклимата. Высотная поясность в горах, будучи

функцией рельефа, определяется положением горной территории в пределах зообиома. Там, где высота гор позволяет, высотный ряд замыкается нивальным поясом снежников и ледников. Тип поясности может включать пояса, сформировавшиеся в различное время, но в настоящее время существующие в едином высотно-поясном спектре [8]. Постепенное усложнение структуры высотно-поясных спектров биотического покрова по градиенту широты идет в соответствии с увеличением биоклиматических ресурсов и биоразнообразия, к югу поясность усложняется, отмечается дифференциация самих поясов и возрастает их биотическое и экосистемное разнообразие. Типы поясности с их географическими вариантами являются основой выделения региональных оробиомов.

Типы поясности подчинены более крупным категориям в иерархии высотно-поясных систем и объединяются в группы, подклассы и классы типов поясности [4]. Группы типов поясности объединяют сходные по преобладающим классам формаций поясные системы в пределах единых в географическом отношении регионов, отражая региональные особенности поясных спектров в определенных гидротермических условиях [4]. Классы и подклассы типов поясности отражают структурно-генетические и высотно-поясные особенности растительного покрова на субконтинентальном уровне и их связь с зообиомами и ботанико-географическими областями. Эта классификация типов поясности является базовой частью классификации горных биомов России. На карте «Биомы России» нашли отображение 31 региональный оробиом, образующие 7 групп – оробиомов II-го порядка и относящиеся к 5 оробиомам I-го порядка.

**Оробиомов I-го порядка** объединяют *Тундровые, Бореальные (таежные), Гемибореальные (хвойно-широколиственно-лесные) Неморальные (широколиственно-лесные) и Степные (субаридные)* региональные оробиомы. Группы региональных биомов представляют среднее звено биогеографических подразделений, в пределах которых региональные биомы объединяются по сходству биоклиматических показателей среды обитания живого покрова и специфике биоразнообразия основных компонентов. Региональные различия соответствуют 7 группам или **Оробиомам II-го порядка**, отражая провинциальные особенности ландшафтной структуры территории и биоклиматической ситуации, выраженные в особенностях биоты.

Характеристика биоразнообразия на карте сосредоточена в рамках регионального оробиома. Приводится характеристика структуры высотно-поясных спектров оробиома и его географических вариантов в единой системе высотных координат. Биота биомов развивается в определенных гидротермических условиях, которые выражаются в биоклиматических показателях по данным метеостанций и рассчитанные для поясов биома по климатическим моделям. Разнообразие биоты дано в количественной оценке, по показателям для флоры: общее число видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников и уровень богатства конкретных флор (число видов /100 км<sup>2</sup>); фауна характеризуется общим числом видов таксономических групп наземных позвоночных животных (млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся и земноводные).

Приняв за основу концепцию биомного (экосистемного) разнообразия, разработана картографическая модель биогеографической структуры страны, в том числе для ее горных территорий. Единая основа, раскрывающая разнообразие горных экосистем, позволяет переходить к их сравнению в контексте исторической и современной эколого-географической интерпретации. Это определяет широкие возможности для понимания формирования сложной организации биоразнообразия гор, что важно не только в отношении современного его состояния, но и прогноза в связи с наблюдающимися глобальными изменениями природной среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение биоты. Иркутск: изд-во «Облмашинформ», 2002. 160 с.
2. Карта «Биомы России» в серии карт природы для высшей школы (м. 1: 7 500 000) / Науч. ред. проф. Г.Н. Огуреева. Коллектив авторов. Изд. РГО. М.: ООО Финансовый и организационный консалтинг", 2015.
3. Нешатаева В.Ю., Нешатаев В.Ю., Кириченко В.Е. Растительный покров территории Северной Корякии (камчатский край) и ее геоботаническое районирование // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2020. Т. 65. Вып. 2. С. 396–418.
4. Огуреева Г.Н. Ботанико-географический анализ и картографирование растительности гор. Автореф. дисс. ... док. геогр. наук. – М., 1999. 69 с.

5. Огуреева Г.Н., Котова Т.В., Емельянова Л.Г. Экологическое картографирование: учебное пособие для высшего профессионального образования / 3-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2020. 162 с.
6. Осипов, С. В. Понятия «плакор» и «зональное местообитание» и их использование при выявлении зональной растительности и зональных экосистем. Известия РАН. 2006. Серия географическая. (2). С. 59–65.
7. Сочава В.Б. Географические аспекты сибирской тайги. Наука, 1980. 256 с.
8. Флора Алтая. Том. 1 / Коллектив авторов. Отв. ред. Р.В. Камелин. Барнаул: Изд-во «Азбука», 2005. 340 с.
9. Юрцев Б.А. Ботанико-географический очерк индигирского склона горного узла Сунтар-Хаята / Геоботаника. Вып. XVI. М.-Л.: Наука, 1964. С. 3–82.
10. Walter H., Breckle S.-W. 1991. Ökologische Grundlagen in globaler Sicht. Stuttgart: G. Fischer, 586 p.

## **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ГОР НА РАЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УРОВНЯХ**

*Огуреева Г.Н., Бочарников М.В., Виноградов А.А.  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*

Географические и, в частности, биогеографические исследования тесно сопряжены с картографическим методом (Берлянт, 1971). Он включает в себя совокупность приемов анализа пространственных данных, находящихся отражение на географических картах для описания, анализа и познания явлений, их пространственно-временных взаимосвязей. Грамотное картографическое отображение и интерпретация явлений и процессов соотносятся с объектами исследований, степенью интеграции информации, пространственным масштабом и рядом других критериев. Велико разнообразие биогеографических карт, раскрываемое через их типологию, способы составления, спектр решаемых задач [1, 5, 8, 13].

Ключевую роль в биогеографических исследованиях, связанных с выбором опорных единиц при оценке биоразнообразия и структуры растительного покрова, играет уровень пространственной организации. Закономерности каждого из уровней выявляются на основе широкого спектра методов, в том числе картографического – при создании и использовании карт определенного масштаба, связанного с выбранным уровнем организации. Биогеографическое картографирование здесь выступает в качестве важнейшего способа выявления пространственных закономерностей дифференциации разнообразия. Использование картографического метода исследований обусловлено его универсальностью, возможностью применения на разных уровнях организации биоты за счет составления и анализа карт разного масштаба, позволяющих проводить достоверную оценку биоразнообразия на планетарном, региональном и топологическом уровнях [9].

Раскрытие пространственной организации растительного покрова горных территорий возможно с учетом представлений о специфике разнообразия и структуры растительных сообществ на разных уровнях, для каждого из которых используются свои критерии выделения и анализа опорных картографических единиц, а сами карты составляются в разных масштабах. На кафедре биогеографии географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова накоплен опыт картографических исследований, раскрывающих пространственные аспекты разнообразия растительности в связи с ее развитием в условиях сложной горной территории. Обоснование данных аспектов возможно в соответствии с методологическими принципами экосистемной концепции. Методически менее всего разработаны подходы к оценке разнообразия экосистем крупных природных подразделений биотического покрова, что в особенности касается горных территорий [14]. Применение картографического метода для раскрытия биотической организации горных территорий позволяет выявлять сложные взаимоотношения биотического покрова и комплекса условий на основе карт мелкого масштаба [12]. Уровень планетарного масштаба определен дифференциацией на оробиомы I-го порядка. Они выделяются в соответствии с принадлежностью к классам и подклассам типов поясности растительности [6]. Подклассы несут основную флорогенетическую информацию о высотной

поясных системах, в структуре которых ведущее место принадлежит сообществам определенной фратрии формаций [8]. Специфика биоразнообразия оробиемов I-го порядка определяется единством происхождения и развития в пределах горной территории. Оробиемы II-го порядка определяются региональными флорогенетическими особенностями высотно-поясных спектров растительности. В иерархии типологических единиц растительности гор они соответствуют группам типов поясности. Региональный биом отражает разнообразие биоты и его пространственную дифференциацию в пределах типа поясности – узлового понятия в ботанической географии гор. Для регионального биома системообразующим началом служит единство растительного покрова во взаимосвязи с климатическими условиями на всем его протяжении в пределах высотно-поясного спектра. Картографическая реализация концепции экосистемного разнообразия нашла отражение на карте [3], построенной в соответствии с иерархической структурой подразделений биотического покрова.

Концепция биомной организации биосферы и классификация наземных экосистем представляет собой надежную основу для определения региональных закономерностей в структуре биоразнообразия в связи с комплексом современных экологических условий и ландшафтной структурой территории. Решению задач, связанных с выявлением высотной дифференциации типологического разнообразия растительности, эколого-географических факторов ее пространственной структуры, динамических явлений в растительном покрове на региональном уровне способствует применение картографического метода [11]. Накопление данных о фитоценоотическом разнообразии позволяет переходить к выявлению черт пространственной организации, отвечающей высотно-поясным закономерностям растительного покрова несоответствующей разнообразию морфоструктур горных территорий. Результаты среднемасштабного картографирования для гор Забайкалья [7] дополняют представления о роли экологических условий в дифференциации ботанического разнообразия гор в рамках выраженного высотного градиента, определяющего формирование спектра с высотными поясами и подпоясами растительности.

Топологический уровень пространственной организации растительного покрова гор позволяет раскрывать внутривысотные закономерности, обуславливающие его неоднородность. Результаты многолетних исследований ботанического разнообразия Северо-Западного Кавказа на территории заповедника «Утриш» нашли отражение на крупномасштабных картах растительности, составленных на несколько ключевых участков [4, 8]. Используемые принципы эколого-фитоценоотической и географо-генетической классификаций растительных сообществ позволили определить типологическое разнообразие заповедника (географо-генетическая классификация легла в основу выделения типов растительности, эколого-фитоценоотическая – формаций, классов и групп ассоциаций). Для каждого подразделения в легенде карты дана характеристика экотопических условий через приуроченность к основным морфоструктурам горной территории, маркирующим типологический состав растительности (водоразделы хребтов, коренные склоны, сейсмоструктурные формы, днища щелей с поймами и фрагментами террас, клифы, пляжи). Анализ составленных карт позволил выявить пространственную дифференциацию растительных сообществ в соответствии с катенарными закономерностями, проявляющимися между верхними, средними и нижними частями горных склонов.

Картографический метод активно используется в биогеографии для интерпретации пространственной организации растительного покрова. Широкий спектр задач, решаемый с использованием данного метода, обуславливает разнообразие типов создаваемых карт по содержательной концепции, функциональной направленности, степени интеграции информации и масштабу. Системный подход, который используется при исследованиях географических аспектов разнообразия биоты с помощью картографического метода, позволяет рассматривать биоту через взаимосвязи ее компонентов и во взаимодействии с компонентами среды в пространственно-временных аспектах – через территориальную структуру и развитие во времени в соответствии с разными пространственными уровнями, что особое значение имеет в изучении растительного покрова гор.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение биоты. – Иркутск: Облмашинформ, 2002. – 161 с.
2. Берлянт А.М. Картографический метод исследования природных явлений [Практ. пособие для геогр. фак. ун-тов]. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. – 76 с.

3. Биомы России. Карта в серии карт природы для высшей школы. М. 1: 7 500 000. Издание 2-е переработанное и дополненное. – М.: WWF, 2018.
4. Бочарников М.В. Пространственная структура растительного покрова полуострова Абрау (на примере Водопадной щели) // Геоботаническое картографирование. – 2021. – С. 3–24.
5. Емельянова Л.Г., Огуреева Г.Н. Биогеографическое картографирование. Учебное пособие. – М.: Юрайт, 2020. – 130 с.
6. Огуреева Г.Н. Ботанико-географическое районирование СССР. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 78 с.
7. Огуреева Г.Н., Бочарников М.В., Виноградов А.А. Биоразнообразие и география горных бореальных лесов Северного Забайкалья // Лесоведение. – 2022. – № 6. – С. 687–702.
8. Огуреева Г.Н., Бочарников М.В., Сулова Е.Г. Структура ботанического разнообразия Утришко-Туапсинского варианта Крымско-Новороссийского оробиома // Аридные экосистемы. – 2020. – № 4 (85). – С. 10–17.
9. Огуреева Г.Н., Котова Т.В. Картографирование биоразнообразия // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2004. – № 2. – С. 24–28.
10. Сочава В.Б. Географические аспекты сибирской тайги. – Новосибирск: Наука, 1980. – 256 с.
11. Ecosystems of Mongolia, Scale 1: 1 000 000. Eds. P.D. Gunin, E.A. Vostokova. The team of authors. – М., 1995. – 16 sheets [L-50, M-50].
12. Olson D.M., Dinerstein E., Wikramanayake E.D., et al. [17 authors]. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth // Bioscience. – 2001. – № 51 (11). – P. 933–938.
13. Pedrotti F. Plant and vegetation mapping. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. – 294 p.
14. Walter H., Breckle S.-W. Okologische Grundlagen in globaler Sicht. Stuttgart: G. Fischer. – 1991. – 586 p.

## **ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДА СЕТОЧНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ УРБАНОФЛОРЫ НА ПРИМЕРЕ Г. РЯЗАНИ**

*Пастушенко А.Д., Бобылев М.А.*

*Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, г. Рязань*

На протяжении последних 50 лет метод сеточного картографирования используется для флористических исследований [4, 5, 7, 8, 9], в том числе для исследования урбанофлор [2, 6]. А.В. Щербаков в своем исследовании флоры водоемов Тульской области [8] использовал квадраты 10×10 км. Автор допускал, что должно быть обследовано не менее 55 % квадратов этого размера в составе более крупной ячейки 50×50 км. А.П. Серегин в исследовании флоры Владимирской области [5] также выделял «большие» ячейки площадью 5'×10' и «малые» ячейки 2,5'×5'. Их площадь колеблется с севера на юг области в пределах 94,7 – 98,2 км<sup>2</sup>, т.к. она жестко связана с линиями широт и долгот. Этот же принцип использовал Е.А. Скляр [6]. Автор выбрал условную точку отсчета, от которой сформировал сетку, покрывающую территорию г. Курска ячейками 25'' по широте и 50'' по долготе. Общим для всех работ стало то, что такое покрытие изучаемой территории сеткой условных ячеек позволяет равномерно охватить всю территорию и получить математически сравнимые данные о численном видовом богатстве каждой ячейки, показать распространение каждого вида, выявить флористические закономерности территории.

Сеточное картографирование в изучении дендрофлоры г. Рязани впервые использовала, начиная с 2012 года, в своей работе А.Д. Пастушенко [2].

Оптимальным для исследования был выбран размер ячейки площадью 4 км<sup>2</sup>, т.е. квадрат со сторонами по 2 км. Таким образом, вся Рязань (исключая мкр-н Солотча, находящийся за пределами основной части города) была поделена на 63 ячейки. Из них 45 имеют площадь 4 км<sup>2</sup>, 18 краевых ячеек были меньшей площади. Незначительные по площади окраинные фрагменты городской территории, выходящие за пределы сетки квадратов, были отнесены к соседним ячейкам. Взятая за основу для построения схемы ячеек карта [1] показывает размещение природных и озелененных территорий в г. Рязани и лучше всего отображает объекты исследования А.Д. Пастушенко – городские зеленые зоны, и соответствует предмету исследования – дендрофлоре Рязани. Масштабирование размера ячеек было сделано путем наложения на схему карт Google

Март. Проведенные исследования позволили составить карты, отражающие частоту встречаемости каждого вида дендрофлоры в городе и оценить видовое разнообразие дендрофлоры в каждой ячейке.

С 2020 г. целенаправленным изучением всей флоры сосудистых растений г. Рязани под руководством профессора М.В. Казаковой занимается М.А. Бобылев [3]. Богатство всей флоры города ориентировочно оценивается в 950 видов, что значительно превышает объем дендрофлоры. Было принято решение для достижения поставленных задач составить более мелкую сетку. Полевые маршрутные исследования с самого начала ведутся с использованием навигатора, соответственно, сетка построена по системе географических координат. Это облегчило нам использование данных из электронных ресурсов, в которых отмечается местоположение наблюдаемого растения (iNaturalist, GBIF и др.), а также определение ячейки, в которой взят конкретный гербарный образец.

Были выбраны такие параметры сетки, при которых, с учетом географического положения города, ячейки наиболее приближены к квадратам. Размер ячейки по широте составляет  $0,01^\circ$ , что соответствует приблизительно 1290 м, по долготе  $0,02^\circ$  – около 1110 м. Площадь ячейки составляет примерно  $1,43 \text{ км}^2$ . Сетка с такими ячейками может быть частью более крупных сеток и может быть расширена в пределах региона. Ячейка, с увеличенными в пять раз линейными размерами ( $0,05^\circ \times 0,10^\circ$ ) будет совпадать с ячейкой в минутах  $3' \times 6'$ . При построении сетки с использованием географических координат в пределах города Рязани незначительной разницей в площади отдельных ячеек можно пренебречь.

Поскольку на территории города находятся закрытые территории промышленных объектов, некоторые ячейки могут быть не обследованы. В связи с этим нумерация ячеек была выбрана таким образом, чтобы можно было исключить из работы такие ячейки, не нарушая логики нумерации. Квадрату присваивается номер в соответствии с координатами его нижнего левого угла. Номер состоит из четырех цифр: первые две цифры – сотые доли градуса по широте, вторые две цифры – сотые доли градуса по долготе. В масштабах города номер ячейки является уникальным, так как Рязань расположена в пределах одного градуса и по широте ( $54^\circ$ - $55^\circ$ ) и по долготе ( $39^\circ$ - $40^\circ$ ). Например, квадрат 6082 расположен в координатах  $54,60^\circ$  –  $54,61^\circ$  по широте и  $39,82^\circ$  - $39,84^\circ$  по долготе. Таким образом, имея только координаты, легко определить номер ячейки. Если точка на карте имеет координаты  $54.612276$ ,  $39.733018$ , то попадает в квадрат 6172 (по долготе нечетные значения сотых градуса уменьшаются до четного числа, так как шаг ячейки составляет  $0,02^\circ$ ).

В электронном ресурсе Яндекс Карты создана карта с изображением границ ячеек, которую можно использовать во время полевой работы [10]. Использование этой карты позволяет легко отслеживать свое местоположение на местности и корректировать маршрут, не опасаясь выхода за пределы ячейки (рис. 1).



Рис. 1. Схема г. Рязани (без мкр-на Солотча) с изображением ячеек сеточного картографирования: слева – схема А.Д. Пастушенко [2], справа – схема М.А. Бобылева и ссылка на карту в электронном ресурсе Яндекс Карты [10].

Подобный подход к построению сетки и нумерации ячеек сеточного картографирования позволит в дальнейшем по тем же принципам проводить исследования других населенных пунктов

вблизи г. Рязани, включая микрорайон-эксклав Солотча, находящийся в 20 км к северу от основной части города.

Таким образом, при изучении флоры г. Рязани используются два подхода к построению ячеек сеточного картографирования. В первом варианте сетка состоит из равных квадратов и ее совмещение с границами города может быть осуществлено наиболее удобным способом, что позволяет сократить количество краевых ячеек. Во втором случае сетка состоит из приближенных к прямоугольникам ячеек и жестко связана с системой координат, что облегчает ориентацию на местности, но не позволяет изменить расположение сетки. Кроме этого, сетки отличаются количеством ячеек, уменьшение размера ячейки позволяет более детально изучить территорию, но приводит к большим трудозатратам. Также принципиальным является отличие в нумерации. Номера ячеек, связанные с координатами, облегчают работу с гербарием и электронными ресурсами, но являются более длинными и похожими друг на друга. Как показал опыт проведения исследований (изучение всей флоры города не завершено), выбор подхода к построению сетки, осуществляется в соответствии с задачами и предметом исследования с учетом достоинств и недостатков каждого метода.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казакова М.В., Соболев Н.А. Зеленые зоны Рязани, проблемы и перспективы // Природно-заповедный фонд – бесценное наследие Рязанщины: материалы междунар. конф. – Рязань, 2007. – С. 50–53 [с картой].
2. Пастушенко А. Д. Дендрофлора города Рязани: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2021. – 20 с.
3. Пастушенко А. Д., Бобылев М. А. Промежуточные итоги изучения флоры г. Рязани на 2020 год // Конференция «Ломоносов 2021». Секция «Ботаника». М., 2021. [Электронный ресурс]. – [lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2021/data/21876/130209\\_uid569025\\_report.pdf](http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2021/data/21876/130209_uid569025_report.pdf) (дата обращения 07.06.2023).
4. Серегин А. П. Сеточное картирование флоры: мировой опыт и современные тенденции // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер. Биол. и экол. – 2013. – № 32. – С. 210–245.
5. Серегин А. П. Флора Владимирской области: анализ данных сеточного картирования. – М.: КМК, 2014. – 441 с.
6. Скляр Е. А. Флора города Курска: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Курск, 2017. – 24 с.
7. Щербаков А. В. Конспект флоры водоемов Московской области // Флористические исследования в Московской области. – М., 1990. – С. 106–120.
8. Щербаков А. В. Атлас флоры водоемов Тульской области. – М.: Рус. университет, 1999. – 45 с.
9. Щербаков А. В., Казакова М. В., Любезнова Н. В., Пастушенко А. Д. Флора национального парка «Мещерский»: конспект и атлас. – М.: Галлея-Принт, 2020. – 285 с.
10. Ячейки сеточного картографирования // Яндекс Карты – транспорт, навигация, поиск мест [Электронный ресурс]. – [yandex.ru/maps/?um=constructor%3Aa6ad2da965cb2d457f07b62576277c1dfc3ff79edf0f9b1e1e7fe0ff5cbd0a59&source=constructorLink](https://yandex.ru/maps/?um=constructor%3Aa6ad2da965cb2d457f07b62576277c1dfc3ff79edf0f9b1e1e7fe0ff5cbd0a59&source=constructorLink) (дата обращения: 07.06.2023).

#### **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ПОКРОВА МАЛООСВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ ПО РАЗНОВРЕМЕННЫМ КАРТАМ**

*Петров С.А., Бешенцев А.Н.  
Байкальский институт природопользования СО РАН,  
г. Улан-Удэ, Россия*

В 2023 году начался очередной этап железнодорожного освоения дальневосточных территорий. Первая ступень заключалась в превращении данной зоны в новый индустриальный пояс страны и началом строительства в 1974 г. Бурятского участка Байкало-Амурской железнодорожной магистрали [1]. Следующая фаза развития состоит не только в газификации региона, но и в модернизации инженерных систем и строительстве новых объектов. По мнению

автора, скорее всего здесь, подразумевается реконструкция железнодорожных линий БАМа и Транссиба, которая, согласно проекту «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации» должна завершиться к 2030 г. [4].

Железнодорожное освоение предполагает изъятие земельных ресурсов для строительства сооружений и коммуникаций, вследствие чего происходит уничтожение растительности, в первую очередь лесов. 1 км железных дорог требует вырубки леса площадью от 3 до 20 га. В настоящее время площади искусственных лесопосадок на железнодорожном транспорте России составляют 200 тыс. га и столько же занято естественными лесами, однако 2/3 лесных площадей требуют восстановления и реконструкции [5].

Для того чтобы выяснить текущую обстановку динамики лесного массива необходимо провести её оценку с помощью разновременного картографического материала как источника долгосрочного мониторинга биоты. В этом отношении анализ разновременных карт аналогичен методам повторных инструментальных наблюдений. Изучая изменяющиеся явления биоты по картам, разделенным большим промежутком времени, можно установить величину её изменения. Это делается путем совмещения двух карт (прошлого и современного состояния) на общей основе. А использование ГИС-технологии позволяет автоматизировать механизм применения ретроспективного материала в современном исследовании.

Для оценки и анализа динамики лесного покрова при железнодорожном освоении территории выбран участок БАМа. Поселок Новый Уоян, принят в качестве модельного полигона. Для разновременного картографирования использованы 2 листа топографической карты м-ба 1: 100 000, составленные Главным управлением геодезии и картографии при Совете министров СССР по материалам съемки 1965 г. и 2 листа топографической карты того же масштаба, составленные Конструкторским бюро «Панорама» в 2015 г. (рис. 1).

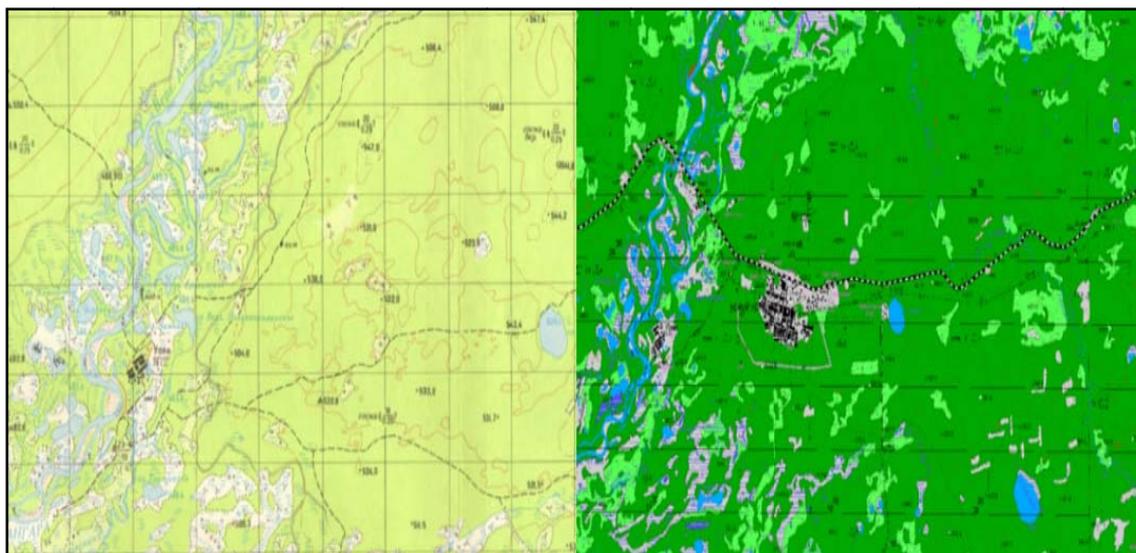


Рис. 1. Фрагменты разновременных карт.

В результате векторизации используемых карт были получены слои: лес 1965 и лес 2015 гг. Их объединение дает возможность первично оценить изменения лесного массива за 50 лет (рис. 2).

Выявление пространственных закономерностей динамики территории проводилось при разбиении участка лесного массива на равные операционные территориальные единицы (ОТЕ).

Параметры ОТЕ имели зависимость от масштаба и назначения разрабатываемой модели. Исследуемая территория была разбита на ОТЕ, с площадью одной ячейки равной 1 км<sup>2</sup>, при м-бе карты 1:100 000. Такое значение ОТЕ оптимально отображает картографируемые характеристики объекта. Каждая ОТЕ представляет собой наименьший участок земной поверхности, дифференцированный по двум качествам – наличие леса и отсутствие леса [2, 3].

Расчет показателей производился с использованием оверлейных функций ГИС ArcGIS на основе базы данных и информации с географической привязкой исследуемой территории. Результатом картографической визуализации является дискретная модель территории, использующая в основе построения карты, регулярно-ячеистый каркас (рис. 3).

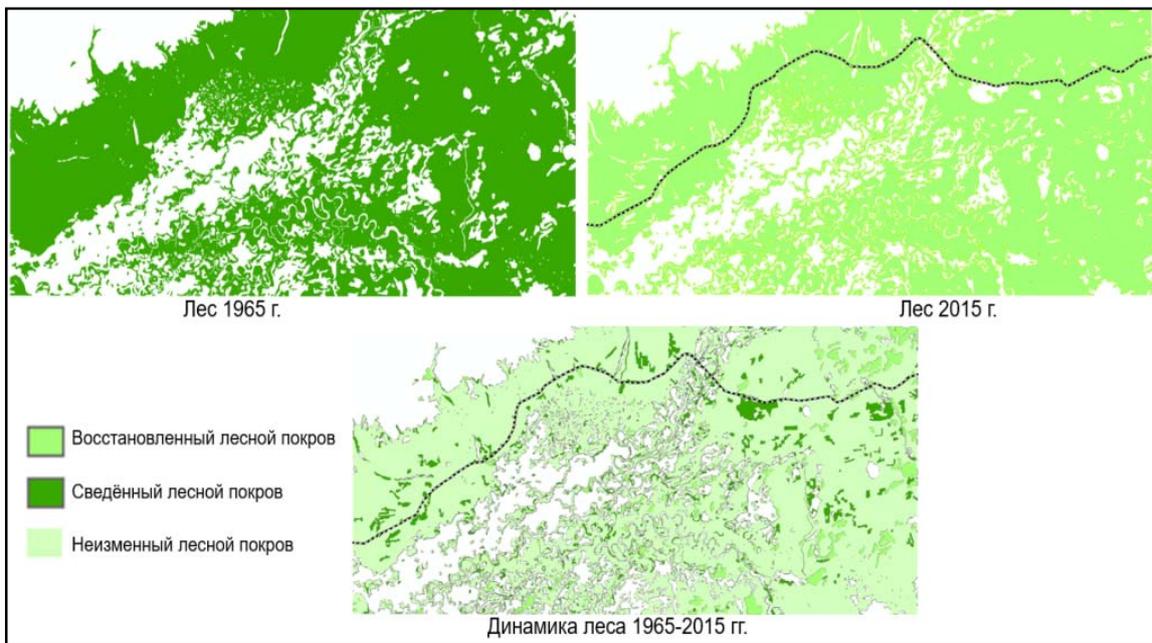


Рис. 2 – Динамика массива леса

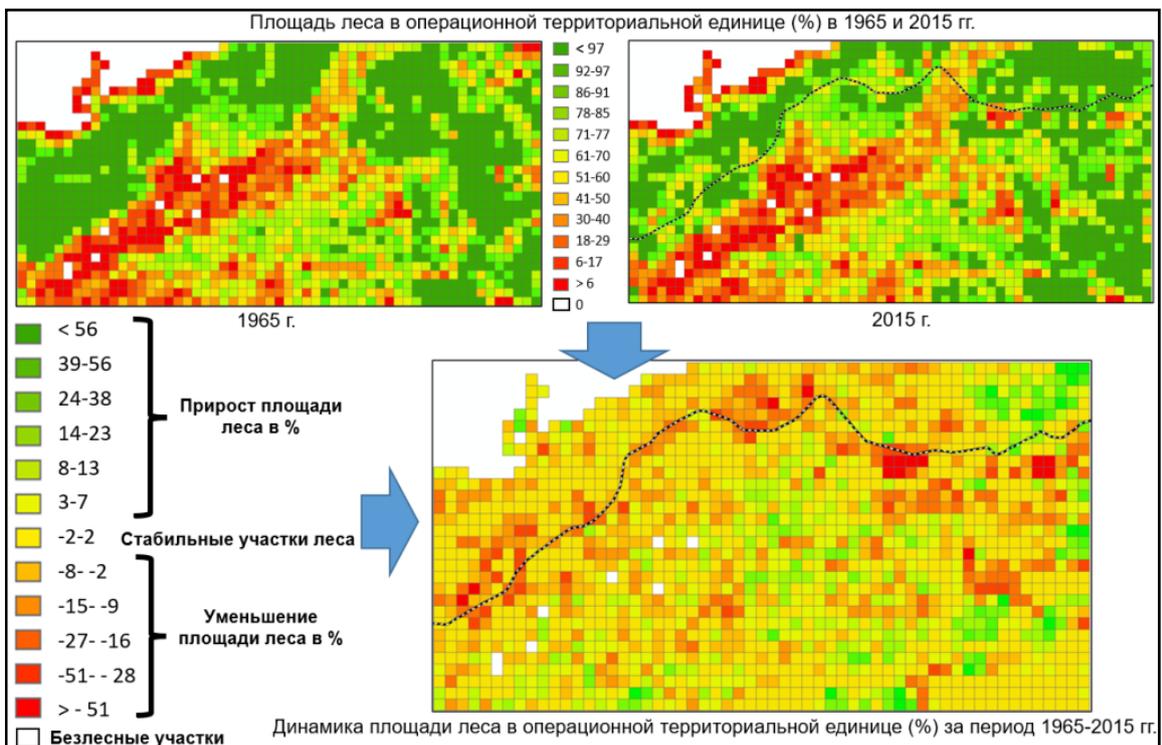


Рис. 3 – Апробация регулярно-ячейковой модели, демонстрирующей динамику лесного массива территории.

Визуально можно наблюдать пространственную группировку ячеек, принадлежащих к разному диапазону. Положительная динамика, т.е. восстановленный лесной покров, окрашен в зеленый цвет в пределах от 3 % до более 56 %. Стабильные участки леса окрашены в желтый цвет и охватывают от -2 % до 2 %. Отрицательное изменение лесного покрова окрашено в оранжевый и красный цвета и составляет от -2 % до менее чем -51 %.

Полученные атрибутивные данные представляют нам общую картину динамики лесного массива. Например, общая площадь вырубки леса составляет 103,6 км<sup>2</sup>. При этом площадь

стабильных участков леса в период с 1965 по 2015 г. равна 1028,7 км<sup>2</sup>. Увеличение лесного массива с течением времени произошло на территории, где раньше располагались сухостойные деревья.

Апробация методики создания и использования регулярно-ячеистых моделей посредством ГИС дает основание перейти от измерения динамики лесного покрова к планированию мероприятий по рациональному использованию лесных территорий.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Развитие железнодорожного освоения малоосвоенных территорий нуждается в более глубоком изучении. Полученный опыт, в будущем, позволит более точно подойти к строительству и модернизации новых железных дорог согласно проекту «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года».

2. Накопленные массивы тематических и топографических карт разных лет издания могут являться источником для долговременного мониторинга состояния изменения природной среды.

3. Развитие нового подхода к изучению долговременной динамики территории на основе операционных территориальных единиц можно применять для создания компетентного подхода к изучению малоосвоенных или неосвоенных территорий во избежание вредного воздействия на биоту.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00261*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. М., 1978. Т. 11. С. 417–419.

2. Кошкарев, А.В. Геоинформатика / А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов; под ред. Д.В. Лисицкого. – М. : «Картгеоцентр» – «Геодиздат», 1993. – 213 с.

3. Крупочкин Е.П., Дирин Д.А., Дунец А.Н., Рыгалов Е.В. Количественное обоснование параметров регулярно-ячеистых моделей как метода численной оценки и ГИС-картографирования территорий // Ползуновский вестник. – 2016. – № 4, Т. 2. – С. 70–78.

4. Липчинская О. Новая глава в развитии Бурятии. Основные итоги визита Путина в Улан-Удэ. / О. Липчинская // Газета «Аргументы и факты». – 2023. – № 12.

5. Озерова Е.С. Экология ВСНТ для гуманитарных специальностей: учебное пособие для студентов ГСО, ГСТ / Е.С. Озерова; Московский гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ), Ин-т комплексной безопасности, Каф. "Инженерная экология". – Москва: МИИТ, 2009. – 103 с.: табл.; 20 см.

#### **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА И ЕГО ПРИГОРОДОВ**

*Пустовалова Л.А., Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н., Дубровин Д.И.,  
Коржиневская А.А., Веселкин Д.В.*

*Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург*

Биологические инвазии, или расселение видов растений и животных во вторичных ареалах, – один из глобальных факторов трансформации экосистем [3]. В результате расширения ареалов инвазионных растений может снижаться разнообразие сообществ [4]. При этом сохранение биологического разнообразия – важнейшая задача [2], поэтому прогнозам и разработке мер минимизации ущерба от распространения чужеродных организмов уделяется особое внимание. В частности, мониторинг распространения – обязательный компонент региональных программ по борьбе с опасными инвазионными растениями.

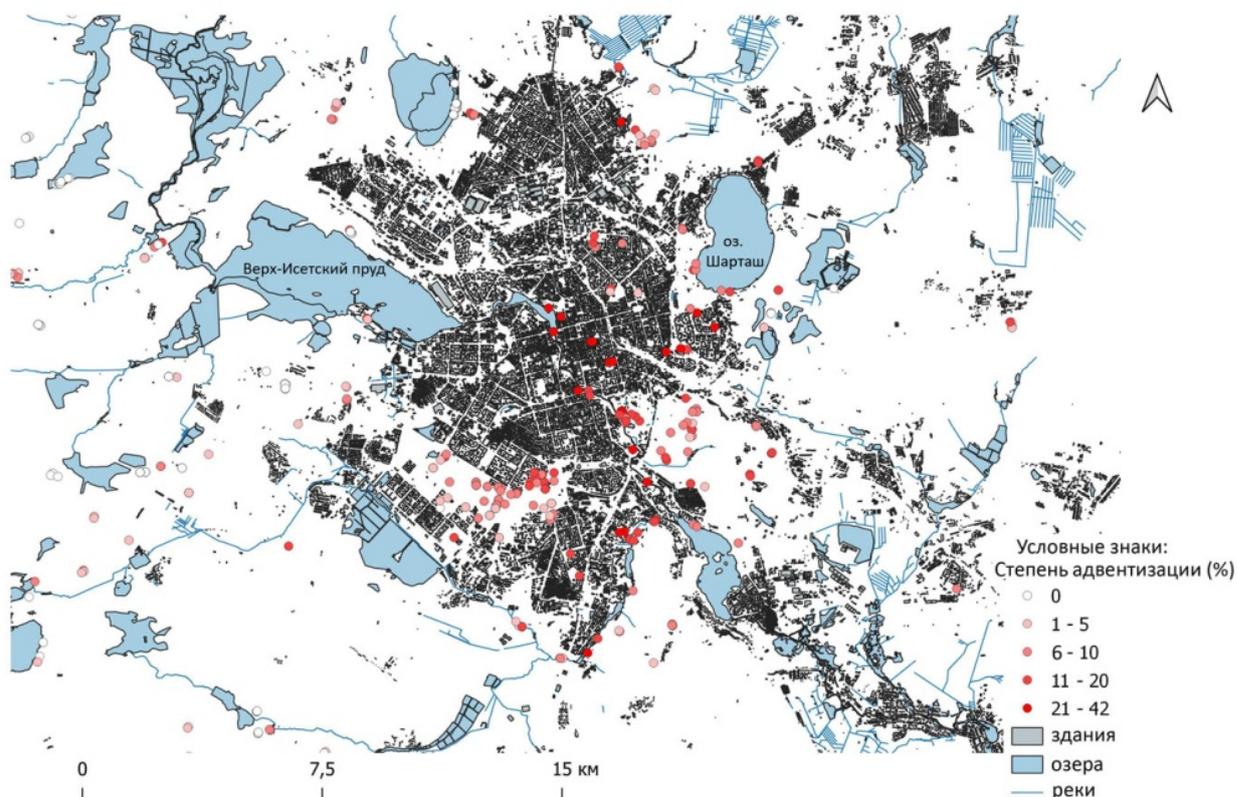
Наглядный и достоверный метод оценки распространения чужеродных видов растений заключается в их картографической регистрации. Также актуально определение возможных местообитаний опасных инвазионных видов, исходя из их биологических особенностей, и построение карт потенциальных ареалов и территорий распространения этих видов. В рамках системного подхода инвазионные виды не могут рассматриваться вне сообществ, в которые они внедряются и натурализуются. Определение уязвимости разных типов сообществ и отражение полученных данных на карте – еще один способ изучения адвентивных растений.

Цель работы – выявить пространственные закономерности распространения чужеродных видов на территории города Екатеринбурга и в его пригородной зоне.

Как правило, центрами проникновения, натурализации и распространения чужеродных растений являются именно города [5]. Екатеринбург – крупный город на Среднем Урале площадью около 1,1 тыс. км<sup>2</sup>, четвертый по численности населения в России с 1,5 млн жителей. В черте города и в пригородной зоне в 2013–2022 гг. выполнено 748 геоботанических описаний. Визуализация и анализ пространственных данных по пробным площадям выполнены с использованием географической информационной системы QGIS (qgis.org). Собранные материалы объединены в единую базу геоданных с возможностью дальнейшей актуализации информации.

В растительных сообществах в Екатеринбурге и в пригородной зоне выявлено 169 адвентивных, в том числе 67 инвазионных видов. Наибольшую обеспокоенность вызывает инвазия в экосистемы Среднего Урала инвазионных древесных *Acer negundo* L., *Malus baccata* (L.) Borkh. и *Amelanchier spicata* (Lam.) Koch, способных изменять условия среды. Самый постоянный чужеродный вид на городских участках – *Acer negundo* (63 % описаний), на загородных – *Malus baccata* (24 % описаний). Составлена карта местонахождений *Acer negundo* в Екатеринбурге и в пригородной зоне. В качестве дополнительных источников информации, помимо авторского массива данных, использованы данные гербария Музея Института экологии растений и животных УрО РАН (SVER), а также открытые базы наблюдений iNaturalist, Plantarium, "Карта деревьев города Екатеринбурга". Также построена карта обилия *Acer negundo* на пробных площадях, где даны количественные оценки успешности его натурализации.

Доля чужеродных видов в видовом составе сообществ в городе составляет 8–15 %, в пригороде – 2–5 %. Доля инвазионных видов в видовом составе сообществ в городе составляет 6–11 %, в пригороде – 2–4 %. Построена карта распределения сообществ с разной степенью адвентизации, т.е. долей адвентивных видов в составе сообществ (рис.).



Карта распределения сообществ с разной степенью адвентизации в г. Екатеринбурге и в пригородной зоне.

Растительные сообщества по-разному восприимчивы к внедрению адвентивных видов. В городском окружении числа чужеродных видов в поймах, на лугах, в лесах, посадках и

петрофитных местообитаниях варьировали в диапазоне 3,8–6,2 вида в описании и статистически не различались. И в городской черте, и в пригородной зоне меньше всего чужеродных видов было на болотах (в среднем 0–0,6 вида в описании), а больше всего – во дворах, скверах и на пустырях (в среднем 9,8–17,6 видов) [1]. Эти оценки могут быть положены в основу карты, характеризующей устойчивость сообществ к внедрению чужеродных растений.

Мы также предприняли попытку пространственного анализа, рассмотрев степень адвентизации сообществ в градиенте урбанизации. Количественно, с помощью регрессионного анализа, охарактеризованы (1) обратная зависимость между расстоянием от центра города и степенью адвентизации сообществ и (2) прямая зависимость между числом социальных объектов (школ, детских садов) в радиусе 1 км от учетной площади и степенью адвентизации сообществ.

Таким образом, мы установили высокую успешность распространения чужеродных видов растений на территории городской агломерации г. Екатеринбурга. Растительные сообщества в черте города содержат значительную долю адвентивных видов. В пригороде этот показатель ниже. Для результативного анализа данных по распространению адвентивных, в том числе, инвазионных видов, необходимы карты разных масштабов и тематики. Представленные варианты использования картографического материала свидетельствуют о важности системного подхода при изучении процессов внедрения и натурализации адвентивных видов растений, путей и успешности распространения инвазионных растений.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-20149, <https://rscf.ru/project/22-24-20149/> (проект финансируется совместно РНФ и Правительством Свердловской области).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уровни вторжения чужеродных растений в местообитания разных типов на Среднем Урале / Д.В. Веселкин, Д.И. Дубровин, А.А. Коржиневская и др. // Экология. 2023. № 4. С. 261–271.
2. Convention on biological diversity. Concluded at Rio de Janeiro on 5 June 1992. 83 p. [www.cbd.int/convention/text/default.shtml](http://www.cbd.int/convention/text/default.shtml) (дата обращения 10.05.2023)
3. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems / M. Vilà, J. Espinar, M. Hejda et al. // Ecological Letters. 2011. Vol. 14 (7). P. 702–708.
4. Hejda M., Pyšek P., Jarošík V. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities // Journal of Ecology 2009. Vol. 97 (3). P. 393–403.
5. Hui C., Richardson D., Visser V. Ranking of invasive spread through urban green areas in the world's 100 most populous cities // Biological Invasions. 2017. Vol. 19 (12). P. 3527–3539.

#### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ IBL И PVL ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ГЕОГРАФОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ЛАНДШАФТОВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

*Резников А.И.*

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург*

Данная работа является результатом обобщения опыта более 20 лет преподавания в Санкт-Петербургском университете учебных курсов, связанных с картографированием ландшафтов и растительности. Курсы для студентов географических специальностей имели разные (часто меняющиеся) названия и преподавались:

- на ступени бакалавриата как при освоении геоинформационных систем (ГИС) в виде учебных задач по картографированию ландшафтов и растительности, так и при изучении дисциплин ландшафтного цикла, а также в ходе летней полевой практики.

- на ступени магистратуры при освоении курсов, связанных с использованием ГИС в географических исследованиях, а также курсов динамики ландшафтов.

Практика преподавания студентам курсов, связанных с освоением практических навыков, в частности, физико-географического и геоботанического картографирования, показала, что чтение лекций не способствует освоению этих навыков. Не помогает делу и выполнение практических работ с помощью подробных пошаговых инструкций, как это часто практикуется в курсах,

посвященных техническим вопросам картографирования, в частности, использованию при этом ГИС.

Опыт показывает, что материал, изложенный в лекциях, студенты привыкли воспринимать как основу для будущего устного ответа во время экзамена (проще говоря, для пересказа), а не как «руководство к действию». Предложение теперь приступить к выполнению того, что было изложено, воспринимается с недоумением – для выполнения практических заданий студенты ожидают конкретных инструкций уже в ходе практических работ, хотя все необходимое для этого уже было им сообщено на лекциях. Поэтому приходится еще раз излагать им все то же самое на практических занятиях. При этом, если изложить им больше, чем требуется для выполнения одного шага задания (например, способа получения и привязки дистанционных изображений), то они «отключаются» от восприятия всего дальнейшего и начинают выполнять этот шаг, после чего требуют дальнейших указаний (например, какие слои создавать в ГИС для картографирования растительности). В результате, выполнение практической работы превращается в то самое механическое выполнение пошаговых инструкций, от которого и хотелось уйти по причине его педагогической неэффективности.

Размышляя о том, как решить эту проблему, я понял, что человек гораздо лучше запоминает ответ на заданный лично им вопрос, чем просто сообщенную ему информацию (которая, по сути, является ответом на вопросы, заданные другими людьми). В действительности, этот факт в педагогических кругах достаточно известный, на нем основан метод обучения на основе вопросов, называемый *Questioning-Based Learning* (QBL) или *Inquiry-Based Learning* (IBL) (см., например, [3]), но, к сожалению, мне до него пришлось доходить самостоятельно путем проб и ошибок.

В результате этих размышлений был разработан план освоения ряда учебных курсов, обратный общепринятому, в котором освоение курса начинается не с чтения лекций, а с постановки учебно-научной задачи (например, составление карты растительности, современных ландшафтов, динамики ландшафтов и т.д.). После краткого обзора методов и средств такого картографирования (не более 1 академического часа), студентам предлагается самостоятельно выбрать район исследования (а на полевых курсах – самостоятельно ознакомиться с участком работ) и приступить к выполнению этого задания, а если они не могут его выполнить – то сформулировать свои вопросы. Запрещается только задавать вопросы типа «А что делать дальше?», т.к. на них следует стандартный ответ: «Это зависит от того, что вы хотите сделать». Желательно, чтобы вопросы начинались со слова «как»: «Как отличить по космоснимку сосновые леса от еловых?», «Как устранить наложения полигонов» и т.д. Такое построение курса соответствует методу проблемно-ориентированного обучения (*Problem-Based Learning*, PBL), при котором изучение курса начинается не с изложения материала, а с постановки задачи (хороший обзор тут [2]).

При этом проблемы оказываются самыми разными у разных студентов; особенно это касается студентов второй ступени, которые пришли в магистратуру с разным образованием в разных учебных заведениях, а многие уже имеют опыт практической работы. Кроме того, магистранты имеют навыки использования различных ГИС, а некоторые практически не имеют таких навыков. Так, студентам, закончившим бакалавриат по специальностям лесного хозяйства, не нужно объяснять дешифровочные признаки древесных пород, зато они часто имеют пробелы в понимании динамики ландшафтов. У студентов физико-географических специальностей обычно наблюдается обратная ситуация. Многие студенты испытывают затруднения в технике использования возможностей ГИС, несмотря на то, что, согласно зачетной книжке, успешно освоили соответствующие курсы.

В результате обобщения поступивших вопросов по наиболее распространенным из них проводятся мини-лекции, которые обычно выслушиваются с большим интересом, т.к. в них содержатся ответы на реальные вопросы обучающихся. По менее распространенным вопросам проводятся индивидуальные и групповые консультации. При ответах на вопросы подчеркивается множественность способов достижения поставленной цели, а также ограниченность знаний преподавателя о таких способах: «Я знаю такие-то способы сделать это, слышал еще о нескольких способах (посмотрите там-то и там-то), ну и сами можете поискать, а если найдете что-то интересное, то расскажете мне и студентам».

По мере понимания смысла и техники выполнения работы, студенты начинают составлять карты, выделяя наиболее очевидные контура. Например, практически все могут сразу разделить ландшафт на водные объекты, леса, луга, болота и застроенные территории.

Задания выполняются как в аудитории, так и самостоятельно в пределах часов, отведенных на самостоятельную работу, и высылаются преподавателю в векторном виде. Преподаватель

накладывает полученные от студентов вектора на имеющиеся у него дистанционные изображения, топографические и тематические карты, и указывает на ошибки, помечая их на карте. Наиболее характерные ошибки студентов разбираются в аудитории. Демонстрируются также достижения (например, студент самостоятельно обнаружил интересный ландшафтный объект и понял, что это такое).

Затем обсуждаются дешифровочные признаки, по которым можно уточнить первоначальные контура, например, разделить леса по преобладающим породам, болота по типам питания и т.д. При этом рассматриваются как визуальные, так и автоматизированные методы дешифрирования, и студенты могут выбрать те методы, которые им больше нравятся – главное, чтобы карта соответствовала реальности.

Так, методом последовательных итераций, постепенно выполняется задание. На заключительном этапе карта оформляется в растровом виде, с легендой и прочими элементами оформления, и на этом этапе также выявляются и исправляются ошибки. Опыт показывает, что для получения высокого балла требуется примерно 7–9 итераций, а для получения минимального балла – 4–5.

При успешном выполнении задания студенты осваивают как предметную область (картографирование растительности, динамику ландшафтов и т.д.), так и использование ГИС для создания тематических карт. Поскольку карты – это язык географии, то данную методику можно рассматривать как вариант предметно-языкового интегрированного обучения (Content and Language Integrated Learning, CLIL) [1].

Все, изложенное выше, относится к тем студентам, которые поняли, как построено преподавание по данной методике, и в срок выполняют шаги задания. Однако всегда находятся студенты, которые из всего этого понимают только то, что к дате аттестации им нужно подготовить какую-то карту, и высылают к этой дате уже оформленный первый вариант. Разумеется, в нем обнаруживается масса ошибок, и студент получает неудовлетворительную оценку. В этом случае все перечисленные выше этапы происходят в период до пересдачи зачета или экзамена, т.е. в зимние или летние каникулы. Никто так внимательно не слушает лекцию по методам ландшафтного картографирования, как студенты, которым не удалось выполнить задание в сессию и при первой пересдаче, и у которых, соответственно, осталась одна попытка. В итоге, обычно все или почти все студенты справляются с заданием, однако это приводит к снижению показателей текущей успеваемости и к нареканиям со стороны учебного отдела и руководителей образовательных программ, так что им тоже приходится разъяснять суть применяемых методов обучения.

Лучшим подтверждением успешности применяемой методики являются ежегодные обращения работодателей с просьбами о направлении к ним выпускников, обученных по этой методике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батаева Ф.А., Мухамедина А.А., Корнилова О.А., Братаева А.А. Суть концепции проблемного обучения // Наука и реальность. – 2022. – № 3 (11). – С. 38–42.
2. Coyle, D. Hood, P and Marsh, D. CLIL: Content and Language Integrated Learning. – 2010 – Cambridge: C.U.P. – 173 p.
3. Wood, J. and Levy, P. Inquiry-based learning pedagogies in the arts and social sciences: purposes, conceptions and approaches. // Improving Student Learning Through the Curriculum. Proceedings of the Improving Student Learning Symposium – 2008 (16) – Oxford Centre for Staff and Learning Development, Oxford – pp. 128–142.

## ПРОБЛЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ НИЗШИХ КАРТИРУЕМЫХ ЕДИНИЦ НА КАРТЕ СОВРЕМЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ (В ПРЕДЕЛАХ КАЛМЫКИИ)

Сафронова И.Н.<sup>1</sup>, Каримова Т.Ю.<sup>2,3</sup>, Степанова Н.Ю.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва

<sup>3</sup> Институт водных проблем РАН, Москва

<sup>4</sup> Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН, Москва

Создана карта современной растительности в масштабе 1:200 000 на территорию потенциального обитания популяции сайгака (*Saiga tatarica tatarica* L., 1766) при увеличении его численности в Северо-Западном Прикаспии на основе полевых материалов авторов (2015–2022 гг.) с использованием программы ArcGis [1, 2].

Северо-Западный Прикаспий характеризуется равнинным рельефом, доминированием в растительном покрове растений, имеющих довольно широкую экологическую амплитуду, распространением засоленных почв с полукустарничковыми сообществами в степной зоне и почв легкого гранулометрического состава, на которых в пустынной зоне разрастаются злаки. О растительном покрове Прикаспийской низменности имеется обширная литература. Несмотря на это, единой точки зрения о зональном положении территории нет. Разграничение степной и пустынной зон здесь представляет собой значительную сложность, которая обусловлена, во-первых, природными условиями (широким распространением засоленных почв и песчаных массивов), во-вторых, антропогенной трансформацией растительного покрова (из-за распашки, выпаса, сенокосов, пожаров, мелиорации). В начале XX века Димо Н.А. и Келлер Б.А. назвали полукустарничковые сообщества пустынными и выделили зону полупустыни [3]. До настоящего времени, термин «полупустыня» широко употребляется географами, экологами, чиновниками и т. д. Мы следуем тем, кто не согласен с наличием зоны полупустыни [4], и делим Прикаспий на степную и пустынную зоны [5, 6].

Динамические процессы, идущие на этой территории, создают трудности для понимания характеристик растительного покрова, однако, его картографическое отображение, несомненно, помогает разобраться в них. При анализе распределения на карте неустойчивой растительности залежей и пастбищ выявились зональные и экологические закономерности.

В легенде к карте заголовками самого высокого ранга отражен зональный статус территории выделением степной и пустынной зон. Следующие иерархические единицы (их 11) показывают формационное разнообразие степной и пустынной растительности, пространственную неоднородность покрова и его динамическое состояние (рис. 1, 2).



Рис. 1.  
Лерхополынно-  
тырсиковые (*Stipa  
sareptana*, *Artemisia  
lerchiana*) сообщества на  
светло-каштановых  
почвах в комплексе с  
лерхополынными  
(*Artemisia lerchiana*) на  
солонцах в степной зоне  
[названия растений даны  
по 7]

Основная проблема состояла в формулировке низших картируемых единиц легенды (всего 61). Природную неоднородность мы показали, используя территориальные единицы – комплексы и сочетания, а также внемасштабные знаки, которые подчеркнули своеобразие контуров: засоленные депрессии с чернопопынными (*Artemisia pauciflora*), сантоникопольными (*Artemisia santonica*), однолетнесолянковыми сообществами, соры с комплексами галофитных сообществ (*Halocnemum strobilaceum*, *Petrosimonia* spp.) по берегам, лиманы с пырейными (*Elytrigia repens*) лугами и др.

Для отражения динамического состояния растительного покрова, вероятно, надо было построить ряды трансформации [8, 9]. Нам не удалось это сделать, так как отсутствуют данные о длительности и давности распашки, степени пастбищной нагрузки, количестве пожаров и другие.



Рис. 2. Лерхопопынно-мятликовые (*Poa bulbosa*, *Artemisia lerchiana*) сообщества в пустынной зоне.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафронова И.Н., Степанова Н.Ю., Каримова Т.Ю., Калмыкова О.Г., Уланова С.С., Федорова Н.Л., Горяев И.А., Полуэктов С.А., Поляков Д.Г. Карта современной растительности на территорию распространения популяции сайгака (*Saiga tatarica tatarica* L., 1766) в Северо-Западном Прикаспии // Аридные экосистемы. – 2023. – Т. 29, № 3 (96). – С. 46–56.
2. Уланова С.С., Чемидов М.М., Кондышев О.Ю., Никитенко Е.В., Маштыков К.В., Федорова Н.Л., Горяев И.А. Геоинформационные системы в региональных исследованиях: теория, методология, практика (на материалах Республики Калмыкия). – Элиста: Изд-во ИКИАТ, 2019. – 168 с.
3. Димо Н.А., Келлер Б.А. В области полупустыни. Почвенные и ботанические исследования на юге Царицынского уезда Саратовской губернии. – Саратов: Изд-во Саратовского губернского земства, 1907. – 215 с.
4. Павлов Н.В. Ботаническая география СССР. – Алма-Ата: изд-во АН Казахской ССР, 1948. – 710 с.
5. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий для высших учебных заведений. Карта. М. 1: 8 000 000. / Под ред. Г.Н. Огуревой – Москва: ТОО «ЭКОР», 1999. – На 2-х листах.
6. Сафронова И.Н. Полупустыня – парадокс XX века. // Аридные экосистемы. – 2019. – Т. 25, № 1 (78). – С. 3–9.

7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. – 495 с.

8. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1978 г. – 319 с.

9. Грибова С.А., Исаченко Т.И., Карпенко А.С. Картирование растительности в съемочных масштабах // Крупномасштабное картографирование растительности. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1970. – С. 66–76.

#### **Благодарности**

Работа выполнена по договору НИР №1/71 от 30 апреля 2021 г. Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН с Всемирным фондом дикой природы «Оценка местообитаний сайгака Северо-Западного Прикаспия»; по гранту Российского фонда фундаментальных исследований № 15-05-06773 «Растительный покров Прикаспийской низменности в системе ботанико-географического районирования»; по плановой теме № 121032500047-1 лаборатории Общей геоботаники Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН «Растительность Европейской России и Северной Азии: разнообразие, динамика, принципы организации»; по госзаданию № 122042700002-6 Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН; при поддержке Минобрнауки ЦКП "Гербарий ГБС РАН" (№ 075-15-2021-67); по теме госзадания № АААА-А18-118042490055-7 (0089-2021-0010) Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН «Фундаментальные проблемы охраны живой природы и рационального использования биоресурсов»; по теме НИР фундаментальных исследований Института водных проблем РАН за 2022-2024 гг. «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий» (№ FMWZ-2022-0002), № государственной регистрации АААА-А18-118022090104-8.

### **КРУПНОМАСШТАБНОЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НА ДИНАМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ (на примере Западного Прибайкалья)**

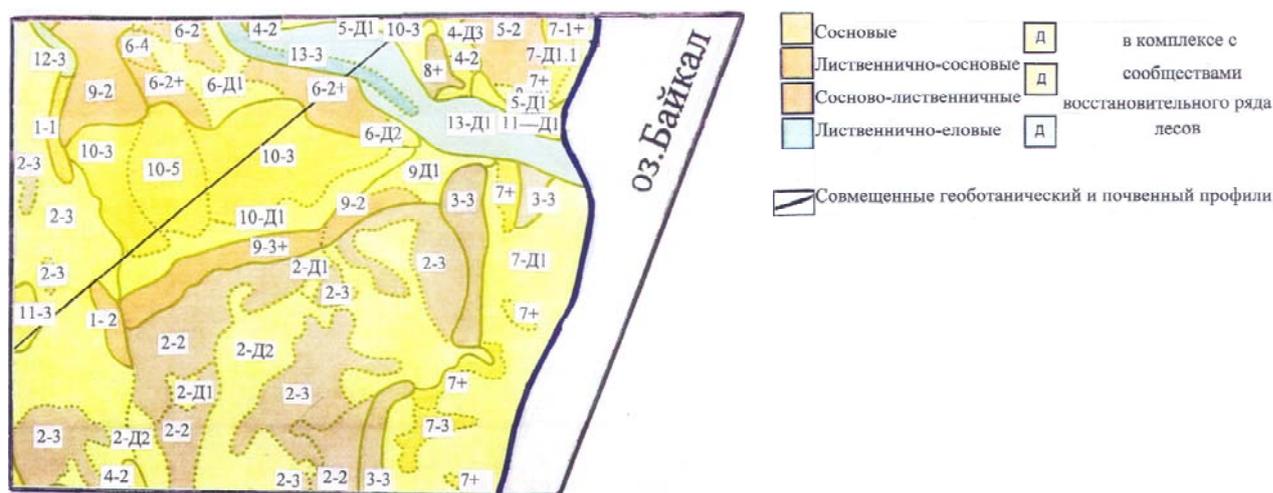
<sup>1</sup>Сизых А.П., <sup>2</sup>Шеховцов А.И., <sup>1</sup>Воронин В.И.

<sup>1</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск

<sup>2</sup>Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

Картографическое изучение растительности всегда требует выбора подходов классификации растительных сообществ. Традиционным для российской (и советской в недавнем прошлом) геоботанической картографии является классификация растительности на доминантных принципах, начиная с первых работ В.Н. Сукачева [6], развитых в исследованиях Е.М. Лавренко [2] и усовершенствованных, в последствие В.Б. Сочавой [4] с установлением эпитаксонов, как отражение всех возможных состояний растительного сообщества для конкретного типа местообитания в фитоценогенезе [5]. При доминантном подходе в классификации растительности растения-доминанты являются основой любого сообщества, они определяют его структуру и динамику, а также все деструктивные процессы, происходящие при определенных внешних воздействиях и эндоэкогенезе. Известно, что направленность эндоэкогенеза и экзоэкогенеза в растительности всегда отражается в составе растений-доминантов, а в ряде случаев и эдификаторов, ярусов любого сообщества. При использовании доминантного подхода в классификации растительности при геоботаническом картографировании, помимо того, что максимально учитываются доминирующие виды ярусов, но и условия экотопов, где выделяемые таксоны «...легко картографируются и могут быть применены для разработки хозяйственных мероприятий разного целевого назначения» [3, с. 448]. А это и является целью исследований растительности, где собственно геоботанические карты разных масштабов лежат в основе геоботанического районирования, являясь инструментом определения типов и форм природопользования в целом. Здесь уместно привести высказывания Р.В. Камелина [1] в аспекте увлеченности современными исследователями фитосоциологической школой классификации (по Браун-Бланке) при картографировании, мало пригодной для практического использования, так как не

имеет динамических характеристик выделяемых типов сообществ. Приведем некоторые выдержки из статьи Р.В. Камелина [1, с. 565] – «Фитосоциологическая классификация сейчас очень популярна в России. Она вполне удовлетворяет геоботаников тем, что позволяет быстро и эффективно публиковать оригинальные результаты своих трудов, при этом совершенно не заботясь о том, будут ли они сколь-нибудь полно востребованы в практике хозяйственной деятельности... и обогащения знаний, чтобы выработать и свой стандарт типа растительности» (дословно по автору). Добавим к этому, что классификация ради классификации не может быть основой картографирования растительности без установления динамических категорий и генезиса растительных сообществ в конкретных физико-географических условиях территорий. Практически все легенды к отечественным геоботаническим картам любого масштаба и целевого назначения на протяжении многих десятилетий строятся на динамических принципах с усилением генетической составляющей, подходов, развитых акад. В.Б. Сочавой. Динамика – основа классификации при составлении геоботанических карт любых масштабов. На такой основе проведены и проводится картографическое изучение растительности в Байкальском регионе. На примере одного из районов Прибайкалья (Приольхонье) приведем результаты крупномасштабного (в м-бе 1: 25 000) картографического изучения растительности с установлением эпиассоциаций контакта зональной светлохвойной тайги и экстразональной степи центральной части западного побережья оз. Байкал. В приведенной ниже крупномасштабной геоботанической карте таежно-степных эпиассоциаций, отражена структурно-динамическая организация сообществ конкретных типов их местообитаний. Здесь следует рассматривать сообщества контакта тайги и экстразональных степей как единое целое – таежно-степные сообщества, формирующиеся в особых природных условиях. Составленная крупномасштабная геоботаническая карта на модельную территорию ключевого участка отражают все структурно-динамические характеристики таежно-степных сообществ модельных территорий ключевого участка (бассейн р. Таловки, Приольхонье). На примере модельной территории показана пространственная организация таежно-степных сообществ, в легенде к карте которой приведена структура сообществ, где в основе классификации их лежат положения об эпитаксонах [5], отражающих все пространственно-структурные элементы, составляющие конкретное сообщество. Эпиассоциации модельной территории представляют сложные динамические системы, включающие все возможные состояния конкретных ассоциаций для конкретных типов их местообитаний. Леса и травянистые сообщества (степные и луговые) выступают единым целым в фитоценогенезе и образуют собственно таежно-степные эпиассоциации в структуре тайги западного побережья Байкала. В легенде к карте таежно-степных эпиассоциаций отражена современная структурно-динамическая организация сообществ контакта лесов и экстразональной степи (рис.).



Фрагмент карты таежно-степных сообществ территории ключевого участка – Приольхонье (бассейн р. Таловка), центральная часть западного побережья оз. Байкал.

#### ЛЕГЕНДА

К ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЕ ТАЕЖНО-СТЕПНЫХ ЭПИАССОЦИАЦИЙ КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА – БАСЕЙН РЕКИ ТАЛОВКИ. М-б 1 : 25 000

Южно-Сибирские формации

Эпиформации светлохвойных (*Pinus sylvestris* L., *Larix sibirica* Ledeb.) горнотаежных лесов

Эпиассоциации таежно-степных сообществ

1. Сосновые (*Pinus sylvestris* L.) с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.), лиственнично-сосновые рододендроновые (*Rhododendron dauricum*) с душекией (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar) брусничные (*Vaccinium vitis-idaea* L.) мезофитные леса на седловинах водоразделов. 1-1 осиново (*Populus tremula* L.) -березовые (*Betula pendula* Roth) леса. 1-2 лиственнично-сосновые с березой, осинкой с подростом леса.

2. Сосново (*Pinus sylvestris*) -лиственничные (*Larix sibirica*) разнотравные (*Iris ruthenica* Ker-Gawler, *Scorzonera radiata* Fisch., *Sanguisorba officinalis* L.) остепненные (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd., *Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr., *Phlomis tuberosa* L., *Aster alpinus* L., *Scabiosa comosa* Fisch. ex Roemer et Schult., с участием *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. et Blytt, *Carex macroura* Meinsh. и *Iris ruthenica* леса на водоразделах. 2-Д1 травянистые с доминированием *Heteropappus altaicus* (Willd.), *Veronica incana* L., *Leontopodium ochroleucum* subsp. *campestre* (Ledeb.) V. Khan. ксерофитные сообщества. 2-3 сосново-лиственничные леса с осинкой и березой с подростом сосны спирейные (*Spiraea media* Franz Schmidt) осоковые (*Carex macroura* Meinsh.) с *Iris ruthenica* (Ker-Gawler). 2-Д2 травянистые с доминированием *Potentilla tanacetifolia* Willd. ex Schlecht., *Bupleurum scorzonerifolium* Willd., *Heteropappus altaicus* (Willd.), *Leontopodium leontopodioides* (Willd.) Beauv., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Astragalus versicolor* Pall. ксерофитные сообщества. 2-2. сосновые с лиственницей, осинкой, березой без подростка кизильниковые (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. et Blytt) осоковые (*Carex macroura* Meinsh.) ксеромезофитные леса. 3. Сосново (*Pinus sylvestris* L.) -лиственничные (*Larix sibirica* Ledeb.) и лиственничные с сосной петрофитные редкотравные (*Lupinaster pentaphyllus* Moench, *Scorzonera radiata* Fisch., *Artemisia gmelinii* Web. et Stechm., *Aster alpinus* L., *Dianthus versicolor* Fisch. ex Link) мезофитные леса на эродированных склонах. 3-3 сосново-лиственничные с подростом леса. 4. Сосновые (*Pinus sylvestris* L.) с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.) разнотравные (*Phlomis tuberosa* L., *Veronica incana* L., *Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr.) остепненные на эродированных склонах леса. 4-5 березово-осиновый подрост на вырубках. 4-4 сосновые с лиственницей, березой с подростом леса. 4-3 сосновые с лиственницей, березой с подростом леса. 4-Д5 травянистые с доминированием *Poa botryoides* (Trin. ex Griseb.) Kom., *Agropyron cristatum* (L.) Beauv. ксерофитные сообщества. 4-2 сосновые с лиственницей, березой, осинкой без подростка леса. 4-Д3 травянистые с доминированием *Artemisia frigida* (Willd.), *Chamaerhodos erecta* (L.) Bunge, *Thymus baicalensis* Serg., *Koeleria cristata* (L.) Pers. ксерофитные сообщества. 5. Сосновые (*Pinus sylvestris* L.) с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.) и лиственнично-сосновые петрофитные остепненные редкотравные (*Astragalus subfruticosus* DC., *Artemisia frigida* Willd., *Galium verum* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers.) леса на эродированных склонах. 5-2 сосновые с лиственницей, березой леса. 5-Д1 травянистые с доминированием *Heteropappus altaicus* (Willd.), *Veronica incana* L., *Silene jensiseensis* Willd. ксерофитные сообщества. 6. Сосновые (*Pinus sylvestris* L.) с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.) петрофитные редкотравные (*Carex macroura* Meinsh.) с таволгой (*Spiraea media* Fr. Schmidt) и участием мхов (*Dicranum polysetum* Sw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb., *Dicranum acutifolium* (Lindb. et Arn.) C. Jens., *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr, *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.) мезофитные леса на эродированных склонах. 6-4 сосновые с лиственницей и подростом леса. 6-2 сосновые с лиственницей и подростом леса. 6-Д1 травянистые с доминированием *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Phlomis tuberosa* L. ксерофитные сообщества. 6-2+ сосновые с лиственницей с подростом сосны, лиственницы и березы леса. 6-Д2 травянистые с доминированием *Carex duriuscula* C.A. Mey., *Poa botryoides* (Trin. ex Griseb.) Kom. мезоксерофитные сообщества. 7. Сосновые (*Pinus sylvestris* L.) с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.) петрофитные редкотравные остепненные (*Youngia tenuifolia* Willd., *Papaver nudicaule* L., *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm., *Pulsatilla turczaninowii* Krylov et Serg., *Lilium pumilum* Delile, *Allium anisopodium* Ledeb., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce) леса на эродированных склонах береговой линии оз. Байкал. 7-3 сосновые с лиственницей и подростом леса. 7-1+ сосновые с подростом сосны и березы леса. 7-Д1 травянистые с доминированием *Youngia tenuifolia* Willd. с *Thymus baicalensis* Serg., *Lilium pumilum* Delile, *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm. с участием *Ephedra monosperma* C.M. Mey. и *Orostachys spinosa* (L.) C.A. Mey. ксерофитные сообщества. 7+ сосновые с лиственницей с подростом сосны и березы леса. 7-Д1.1 травянистые с доминированием *Festuca lenensis* Drobov, *Chamaerhodos erecta* (L.) Bunge, *Potentilla bifurca* L. ксерофитные сообщества. 8. Сосново (*Pinus sylvestris* L.) -лиственничные (*Larix sibirica* Ledeb.) кустарниковые (*Spiraea media* Franz Schmidt) осоково (*Carex macroura* Meinsh.) -зеленомошные (*Climacium dendroides* (Hedw.) Web et Mohr, *Dicranum polisetum* Sw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. ксеромезофитные леса на эродированных склонах. 8+ сосново-лиственничные с подростом лиственницы и березы леса. 9. Лиственнично (*Larix sibirica* Ledeb.) -сосновые (*Pinus sylvestris* L.) остепненные (*Festuca lenensis* Drobov) разнотравные (*Lathyrus humilis* (Serg.) Spreng., *Vicia venosa* (Willd. ex Link) Maxim., *Geranium pseudosibiricum* J. May., *Carex macroura* Meinsh.s.str.) мезофитные леса на слабоэродированных склонах. 9-3+ лиственнично-сосновые, с

подростом сосны, лиственницы и березы леса. 9-Д1 травянистые с доминированием *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Allium tenuissimum* L., *Carex duriuscula* С.А. Mey., *Potentilla bifurca* L. остепненные сообщества. 9-2 лиственнично-сосновые с березой с подростом леса.

Обозначения в легенде (динамические составляющие эпиассоциацию), где:

1-1, 1-2, 2-3 – первая цифра означает порядковый номер эпиассоциации, вторая – возрастную группу (5 градаций) лесообразующей породы, где 5 – возраст до 20 лет, 4 – до 40 лет, 3 – до 60 лет, 2 – до 80 лет, 1 – до 100 лет и выше); + – леса с подростом из лесообразующей и мелколиственной породами деревьев; Д1, Д1.1, Д2, Д5 и т. д. – травянистые сообщества демутиационно-восстановительного ряда, как составная часть динамики в генезисе лесов в составе таежно-степных эпиассоциаций.

Геоботанические карты любых масштабов с легендами, построенными на динамических особенностях структуры растительности, являются основой построения оценочно-прогнозных карт, выступающих составной частью матрицы серий ситуационных карт биоты любого отраслевого назначения.

*Работа выполнена в рамках гранта N 075-15-2020-787 Министерства науки и высшего образования РФ на выполнение крупного научного проекта по приоритетным направлениям научно-технологического развития и за счет средств государственного задания АААА-А21-121012190059-5.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Камелин Р.В. Типы растительности, филоценогенез, флороценоотипы, высшие таксоны других классификаций растительности // Ботанический журнал, 2013, Т. 98, № 5, С. 553–567.
2. Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника, 1959, Т. 1, С. 13–75.
3. Рысин Л.П. Российская геоботаника в начале XXI столетия // Успехи современной биологии, 2014, № 5, С. 447–455.
4. Сочава В.Б. Вопросы картографирования в геоботанике // Принципы и методы геоботанического картографирования, – М.: Л., 1962, С. 5–27.
5. Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. – Новосибирск, 1979, 190 с.
6. Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники, – Л., 1934, 614 с.

#### РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО НАСЕКОМЫМ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

Силаев А.С., Бессолицына Е.П., Антонов И.А.

\* *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, ул. Улан-Баторская 1, Иркутск 664033 Россия. E-mail: alex-3952@mail.ru*

\* *Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, ул. Лермонтова 132, Иркутск 664033 Россия. E-mail: patologii@sifibr.irk.ru*

Под Байкальской Сибирью вслед за К.Ф. Ледобуром (Ledebour, 1842) принято понимать южную часть Восточной Сибири, включающую Иркутскую область, Республику Бурятию и Забайкальский край. Её территория отличается большим разнообразием ландшафтов, одним из важных компонентов которых являются насекомые. Незаменимым источником информации в биогеографических исследованиях насекомых и в прикладных работах по сохранению их биоразнообразия являются энтомологические коллекции.

В настоящее время в ходе многолетних исследований и сборов в энтомологических коллекциях накоплен большой объем данных о распространении и биологии насекомых. Основными проблемами при использовании больших объемов данных являются оптимальный поиск необходимой информации и управление массивом данных. Искусно решить эти проблемы смог математик-программист Эдгар Кодд, предложив идею реляционной модели хранения данных (Codd, 1970). Кроме того, стремительное развитие информационных технологий во второй половине XX века позволило на практике применить эту теорию. Само слово «реляционный» означает, что теория основана на математическом понятии отношение (relation). В качестве неформального синонима этого понятия обычно используется слово «таблица».

Реляционные базы данные (РБД) основаны на реляционной модели хранения данных. В настоящее время они являются одними из самых распространенных, благодаря своей простоте, наглядности на этапе создания и на уровне пользователя (Vasilyeva, Khusainova, 2020). Такие базы данных состоят из набора связанных между собой таблиц (рис. 1). Данные организованы в этих таблицах таким образом, чтобы обеспечить объединение разнородной информации, исключить ее дублирование, а также предоставить оперативный доступ к имеющимся сведениям и эффективное сопровождение базы данных в целом (Тимошок, 2004). Главной процедурой при проектировании таблиц и определении связей является нормализация, которая опирается на аппарат теории множеств и реляционной алгебры (Codd, 1970). Нормализация – это пошаговый процесс замены одной таблицы (или набора таблиц) другими, имеющими более простую структуру (Тимошок, 2004).

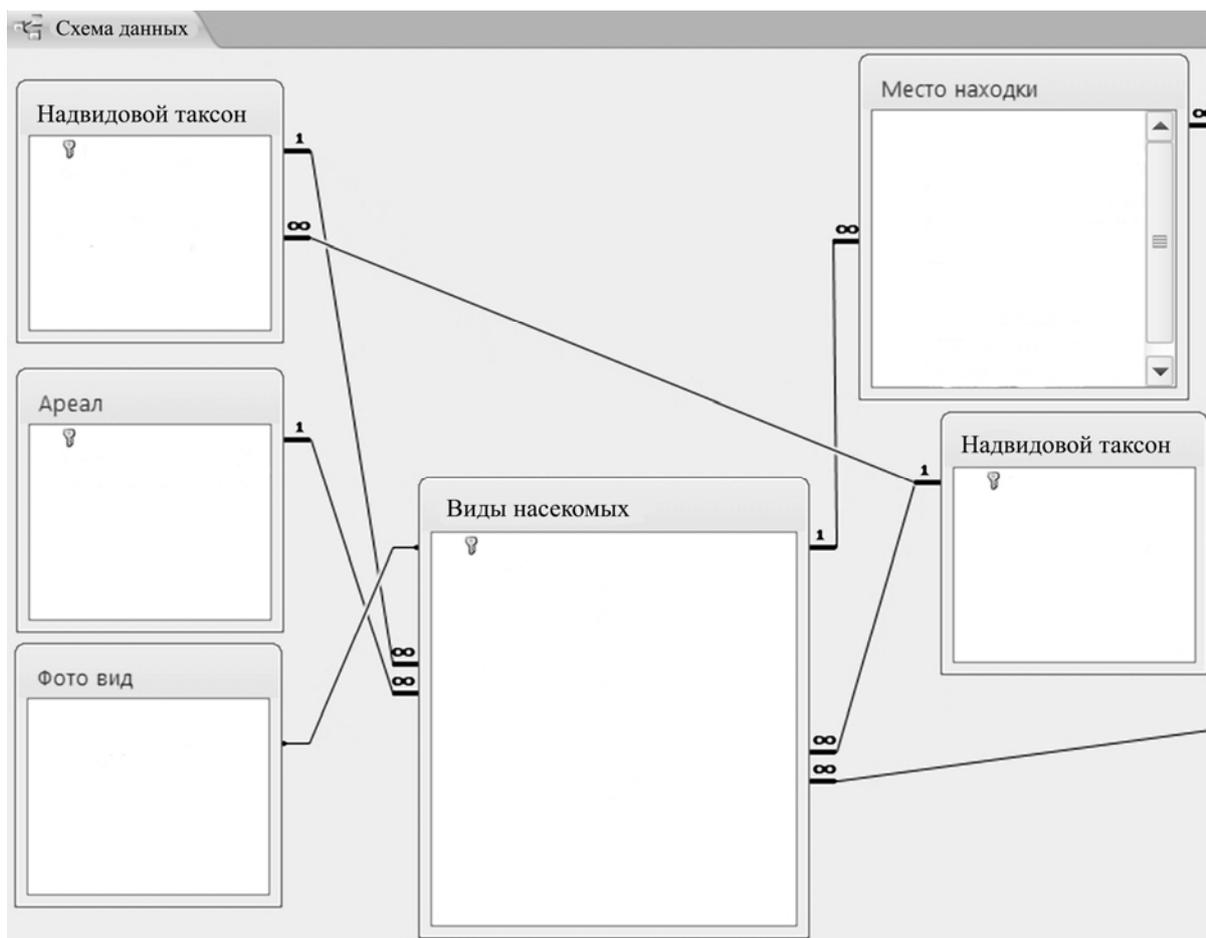


Рис. 1. Основа структуры реляционной базы данных по насекомым Байкальской Сибири

Нами все РБД по разным группам насекомых создаются, заполняются и модифицируются в системе управления базами данных (СУБД) Access 2010 в среде Windows 10 (рис. 2). Структурным ядром всех РБД является вид насекомых (см. рис. 1). В структурно-смысловом отношении РБД состоят из нескольких блоков: таксономического, экологического и географического. В таксономический блок входят сведения о видовом составе насекомых Байкальской Сибири с учетом последних изменений в их таксономии. Экологический блок включает обычно данные о пищевой специализации каждого вида (кормовые породы). Географический блок содержит данные о местах сборов насекомых (район, область, географические координаты, высота над уровнем моря, описание местоположения) и ареалогическую характеристику каждого вида, что обеспечивает вывод атрибутивной информации на цифровые карты через географические координаты мест сборов насекомых.

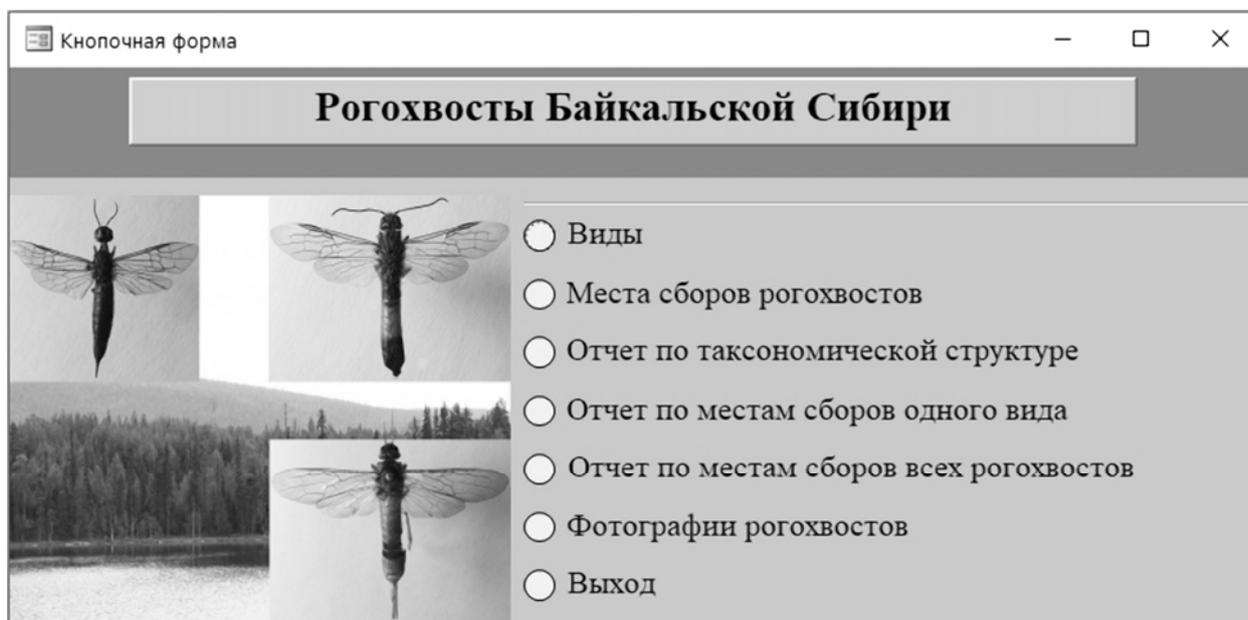


Рис. 2. Главная кнопочная форма реляционной базы данных.

Основой для всех РБД являются материалы энтомологической коллекции ЦКП «Биоресурсного центра» Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск). В ней имеется свыше 112 тыс. этикетированных единиц хранения насекомых (Плешанов и др., 2010), собранных в период с 1950 по 2019 гг. Кроме того, еще использовалась личная коллекция Бессолицыной Е.П.

Все созданные нами РБД состоят из следующих объектов: таблица, форма, запрос и отчет. В наших РБД обычно содержится до 10 таблиц, которые связаны друг с другом (см. рис. 1). В РБД строятся несколько форм, которые похожи на бланки. В качестве источника данных для форм используются таблицы. В формах можно редактировать данные и добавлять новую информацию в любую из таблиц. Форма позволяет пользователю уделить свое внимание только одной записи в таблице, в то время как при работе с таблицами, которые имеют большое число полей, у пользователя возникают неудобства и ошибки при добавлении данных. Данные, добавленные в РБД, можно использовать в процессе ввода новых записей в таблицы. Это позволяет избежать многих ошибок при ручном вводе. В РБД создаются обычно три запроса. Все запросы в РБД необходимы для отбора нужной пользователю информации, содержащейся в нескольких таблицах (запросы на выборку). В РБД сформировываются три отчета, число которых совпадает с числом запросов. Все отчеты созданы для вывода на экран, в печать или файл отобранной запросами информации. Так, с помощью отчета выводятся данные обо всех местах сборов насекомых. Например, на основе этого отчета создана карта мест сборов зарегистрированных видов усачей (рис. 3).

Таким образом, РБД созданы для автоматизации сбора и структурирования сведений о насекомых Байкальской Сибири, а также для быстрого поиска и анализа запрашиваемых данных и формирования информационной основы для геоинформационных систем.

Работа выполнена в рамках проектов № 0277-2021-0006 «Исследование биологического разнообразия Байкальской Сибири на территориях разной степени нарушенности природными и антропогенными факторами» и № АААА-А21-121012190059-5 «Изучение структурно-функциональной организации геосистем регионов Сибири для планирования устойчивого территориального развития».

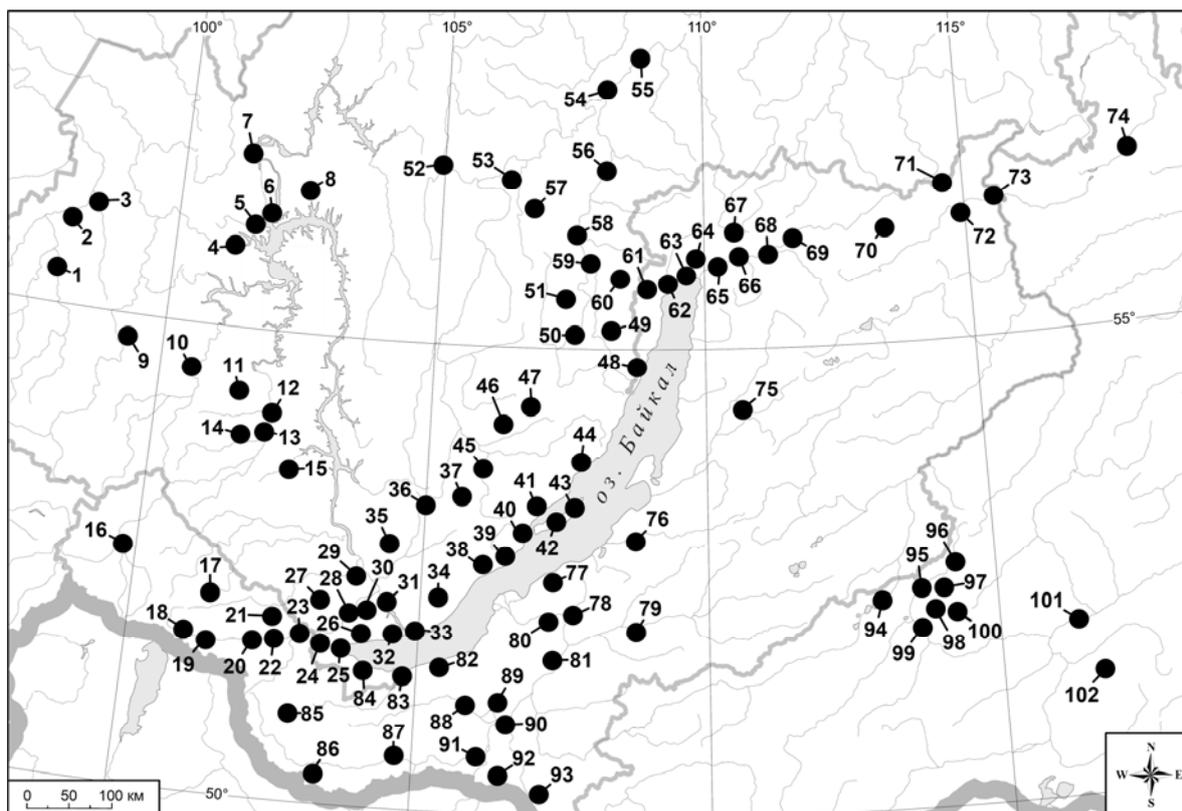


Рис. 3. Карта-схема участков сбора 82 видов жуков-усачей на территории Байкальской Сибири (проекция прямая коническая равнопромежуточная, Байкальский регион).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Плешанов А.С., Бычков И.В., Антонов И.А., Гаченко А.С., Каверзина А.С., Агафонова Т.А. Опыт применения геоинформационных баз данных для анализа энтомофауны Байкальской Сибири // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – Т. 12, № 1. – С. 1331–1334.

Тимошок Т.В. Microsoft Access 2003. Самоучитель. – М.: Диалектика, 2004. – 464 с.

Codd, E.F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks // Communications of the ACM. – 1970. – Vol. 13, no. 6. – P. 377–387.

Ledebour C.F. Flora Rossica: Sive, Enumeratio Plantarum in Totius Imperii Rossici Provinciis Europaeis, Asiaticis Et Americanis Hucusque Observatarum. Vol. 1. Stuttgartiae: E. Schweizerbart, 1842. – 832 pp.

Vasilyeva K.N., Khusainova G.Ya. Relational Database // Colloquium-journal. – 2020. – Vol. 54, no. 2. – P. 60–61.

#### К МЕТОДИКЕ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ НАСЕЛЕНИЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

*Симонов П.С., Симонов С.Б.*

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток*

Несмотря на определенный прогресс в современном развитии зоогеографии, ряд вопросов, связанных с разработкой принципов и совершенствованием методов картографирования, остается нерешенным. Если представление об объекте зоогеографического картографирования можно считать устоявшимся [9], то задача разработки форм и методов построения легенды карты остается актуальной [1; 2; 5; 8; 10; 11]. Картографическая интерпретация фактического материала наглядна и информативна лишь при грамотном построении легенды, так как именно легенда позволяет донести

до нас полноту сведений об объекте исследования, отражает смысловое содержание карты и в значительной степени определяет ее востребованность и актуальность. Мышевидные грызуны являются традиционным объектом биогеографических исследований. До настоящего времени имеющиеся наработки картографирования грызунов являются, как правило, видовыми и обзорными, выполненными в мелком масштабе [1; 4 и др.].

На основе обобщенных личных полевых материалов, собранных авторами в 1973-2004 гг. и обширных литературных данных по распределению и динамике сообществ мелких млекопитающих, нами была разработана легенда и создана электронная «Карта населения мышевидных грызунов Приморского края» масштаба 1:800000 (рис. 1, 2). Проанализированный объем собранного материала составил свыше 22000 грызунов 12 видов и 182000 ловушко-ночей. Картографической основой послужил оцифрованный вариант «Карты растительности Приморского края» [3].

К основным задачам, поставленным перед нами в процессе создания «Карты населения мышевидных грызунов Приморского края», можно отнести следующие: 1) показать видовую структуру сообществ и максимальную численность формирующих его видов в коренных природно-территориальных комплексах; 2) отразить поливариантность населения, обусловленную асинхронностью динамики входящих в них видов; 3) показать трансформацию животного населения в природно-антропогенных сукцессионных рядах основных растительных формаций.

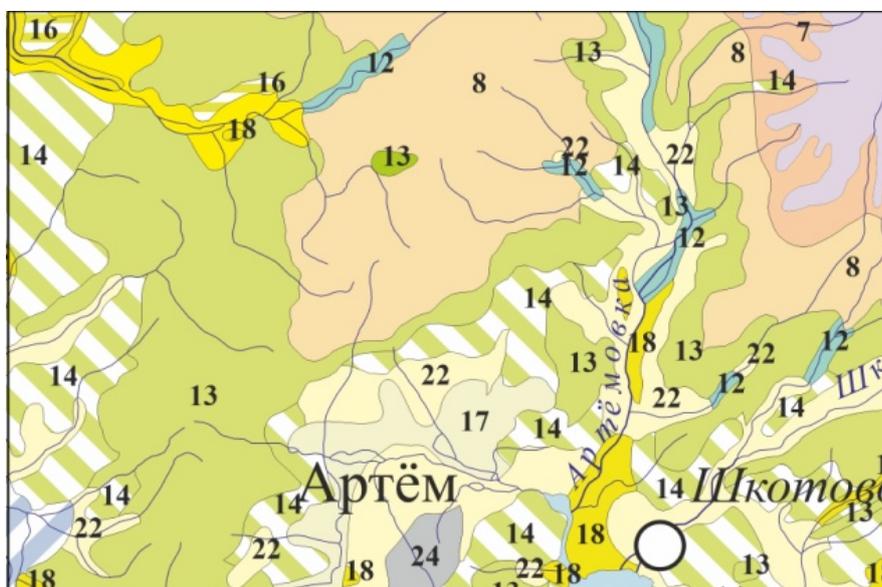


Рис. 1. Карта населения мышевидных грызунов Приморского края (фрагмент)

Вопрос о том, что должно быть положено в основу при разработке легенды карты – животное население или местообитание – остается не решенным до настоящего времени. И хотя А.М. Чельцов-Бебутов [10] постоянно подчеркивал необходимость отражения на карте населения в сочетании с природной средой, найти равновесие между этими двумя составляющими пока не удалось никому.

Зооцентрический подход при мелкомасштабном, обзорном картографировании мелких млекопитающих на больших территориях эффективно реализован Н.В. Тупиковой и ее учениками [1; 8]. Однако, при картографировании в среднем и крупном масштабах возрастает значение ландшафтно-биотопического подхода. Попытка решить вопрос показа в одних и тех же типах местообитаний нескольких значительно отличающихся вариантов населения предпринята Л.Г. Емельяновой [2].

Оформление легенды карты базируется на принципах, разработанных Н.В. Тупиковой [6; 7]. При этом были внесены определенные поправки и дополнения: обобщены и сокращены до трех видовые градации численности, смысловое содержание которых стало индивидуальным для каждого вида в отдельности и отражает максимальное значение численности, отмеченной в том или ином типе местообитания (рис. 2). При анализе территориальных группировок грызунов принималось во внимание структурное разнообразие сообщества в годы популяционных пиков.

Характеризуя природно-территориальные комплексы, мы в основном придерживались названий растительных формаций, представленных в легенде «Карты растительности Приморского края» [3]. Однако, нередко контуры растительности не отражали разнообразия травяного покрова, обуславливающего пространственную дифференциацию населения грызунов. Тогда в пределах одной рубрики выделялись подразделы, для которых приводилась самостоятельная характеристика териокомплексов. Тот же принцип сохранялся и в случае наличия поливариантных структур териокомплексов. Считаем, что соседние рубрики легенды карты можно объединять лишь в том случае, если все варианты структур совпадают.

Обозначение на карте	Виды грызунов											Максимальная уловистость на 100 ловушко-суток	Типы местообитаний	
	<i>Sicista caudata</i>	<i>Myopus schisticolor</i>	<i>Myodes rutilus</i>	<i>Stasomys rufocinus</i>	<i>Arvodemus peninsulae</i>	<i>Arvodemus agrarius</i>	<i>Alexandromys fortis</i>	<i>Micromys minutus</i>	<i>Tscherskia albipes</i>	<i>Citellus barabensis</i>	<i>Rattus norvegicus</i>			<i>Mus musculus</i>
1													1	Горные тундры с кедровым стлаником
													3	Кедровые стланики с каменными россыпями
													15	Каменноберезняки, местами с высокотравными полянами
													32	Каменноберезняки с примесью пихты и ели
2													1	Каменные россыпи в пределах лесного пояса
3													14	Лиственничники кустарничково-моховые и лишайниковые
													10	Лиственничники кустарниковые и слово-лиственничные
4													40	долинные леса
													24	Лиственничные мари
5														

<b>Участие вида в населении, %</b>		<b>Численность вида</b>	
	- абсолютно господствует, более 50.0		- высокая
	- господствует, 30.1-50.0		- средняя
	- согосподствует, 10.1-30.0		- низкая
	- второстепенен, 2.1-10.0		
	- третьестепенен, не более 2.0		
	- встречается местами		

Рис. 2. Легенда к «Карте населения мышевидных грызунов Приморского края» (фрагмент)

С целью придания карте прогнозных и ретроспективных возможностей были зафиксированы и отражены в легенде изменения структуры населения грызунов в природно-антропогенных сукцессионных рядах основных растительных формаций.

Разработанная карта – первый опыт среднемасштабной интерпретации пространственного распределения населения грызунов Приморского края и в настоящее время не имеет аналогов для Дальнего Востока России.

Легенда и «Карта населения мышевидных грызунов Приморского края» отражает распределение населения мелких млекопитающих Приморского края как в статике, так и в динамике. Она может быть полезна для биогеографов, специалистов в области экологии, охотоведам, работникам лесного и сельского хозяйства в качестве зоогеографической основы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянова Л.Е. Принципы составления легенды и карты населения мелких млекопитающих северной Евразии (в пределах СССР) масштаба 1:4000000 // Автореф. дис. ... канд. геогр. Наук. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 25 с.
2. Емельянова Л.Е. Принципы и основные этапы создания карты населения мелких млекопитающих СССР // Общая и региональная териогеография. – М.: Наука, 1988. – С. 310–342.
3. Карта растительности Приморского края. М 1:500000 / Ред. Б.П. Колесников. – М.: ГУГК, 1956. – 1 л.
4. Костенко В.А., Нестеренко В.А. Грызуны освоенных земель Приморского края. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 64 с.
5. Тупикова Н.В. Зоологическое картографирование. – М.: МГУ, 1969. – 205 с.
6. Тупикова Н.В. Классификация животного населения для зоогеографических карт: тез. докл. Первого международного конгресса по млекопитающим. – М.: ВИИТИ, 1974. Т. 2. – С. 276–277.
7. Тупикова Н.В. Картографирование животного населения //Итоги науки и техники: Биогеография. – М.: ВИНТИ, 1976. Т. 1. – С. 98–218.

8. Тупикова Н.В., Комарова Л.В. Принципы и методы зоологического картографирования. – М.: МГУ, 1979. – 189 с.
9. Удра И.Ф. О становлении биогеографии и ее дальнейшем развитии // География и природ. ресурсы. – 1990. – № 2. – С. 138–143.
10. Чельцов-Бебутов А.М. Некоторые вопросы зоогеографического картографирования (на примере карты Кустанайской области) // Биогеографические очерки Кустанайской области. – М.: МГУ, 1964. – С. 5–24.
11. Чельцов-Бебутов А.М. Зоогеографическое картографирование. Основные принципы и положения // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. – 1976. – № 2. – С. 50–56.

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ВНУТРИФАЦИАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСТПИРОГЕННЫХ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Синюткина А.А., Гашкова Л.П.

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий РАН, Томск

Природные пожары являются важным фактором, определяющим характер функционирования болотных экосистем. Особенно сильно последствия пожара проявляются на осушенных болотах, где возможна необратимая смена тренда торфонакопления в связи с деградацией растительного покрова, главным образом сфагновых мхов, являющимися основными торфообразователями на верховых болотах. Возможность восстановления растительного покрова после пожара определяется рядом факторов – интенсивность выгорания, свойства верхних слоев торфяной залежи, режим увлажнения, которые в свою очередь характеризуются значительной неоднородностью на локальном уровне. Целью исследования является оценка внутрифациальной мозаичности растительного покрова постпирогенных участков болот таежной и лесотундровой зон Западной Сибири с использованием данных полевых исследований и геоинформационного картографирования.

Объектами исследования являются три ключевых участка, подверженных выгоранию разной интенсивности в 2014–2016 гг. Характеристика объектов исследования представлена в таблице. Бакчарское и Усть-Бакчарское верховые болота расположены в подзоне южной тайги Западной Сибири в пределах Томской области. Растительный покров рассматриваемых участков до пожаров был представлен сосново-кустарничково-сфагновым сообществом. Высота древесного яруса из обычно не превышает 2–3 м. Доминантом является сосна (*Pinussylvestris*), единично встречается кедр (*P. sibirica*). В видовом составе кустарничкового яруса с проективным покрытием, достигающим 90 % преобладают багульник (*Ledumpalustre*), хамедафна (*Chamaedaphnecalyculata*), андромеда (*Andromedapolifolia*). Кроме того, видом, характерным для осушенных болот является голубика (*Vacciniumuliginosum*). Доминантами мохово-лишайникового яруса естественных болот являются сфагновые мхи. При осушении происходит их частичное замещение зелеными мхами и лишайниками [1]. Средняя мощность торфяной залежи 2,5–3,3 м. Микрорельеф осушенных сосново-кустарничково-сфагновых болот образован моховыми подушками с вытянутыми понижениями между ними. Амплитуда колебаний высот составляет 30–50 см. Плоскобугристое болото расположено в лесотундровой зоне Западной Сибири в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа. Растительный покров представлен кустарничками (*Betulanana*, *L. palustre*, *Rubuschamaemorus* и др.) и лишайниками на буграх, осокой и сфагновыми мхами в понижениях. Микрорельеф образован буграми высотой 50–60 см, занимающими около 60–70 % площади, и вытянутыми округлыми мочажинами, длиной до 20–30 м.

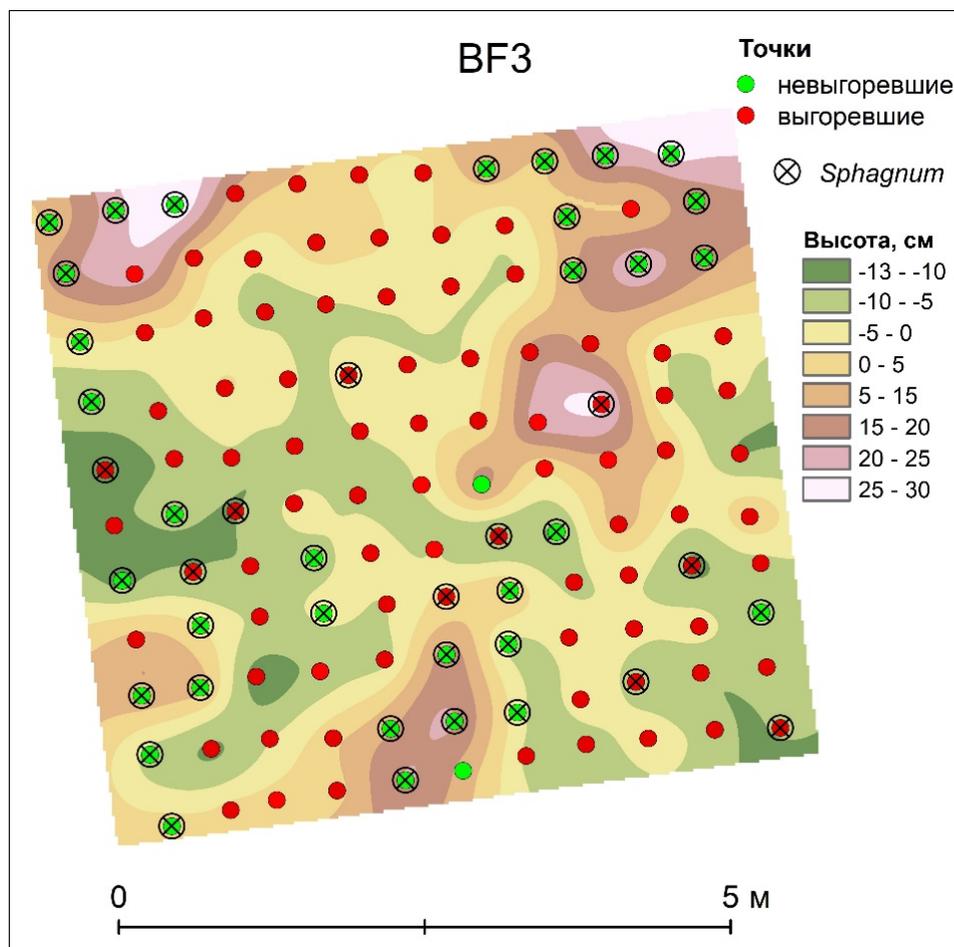
Основным источником информации для проведения картографирования растительного покрова являются данные комплексных полевых исследований, проведенных в 2022 г. на 12 постпирогенных и фоновых модельных площадках в пределах каждого ключевого участка (табл.). Полевые исследования включали тахеометрическую съемку площадок размером 5×5 м с шагом 50 см (121 точка на каждой площадке). Для каждой точки были проведены определения высоты микрорельефа относительно средней поверхности, присутствия видов мохово-лишайникового яруса, присутствия и толщины горелого слоя торфяной залежи. Составлены геоинформационные

карты суммарной встречаемости сфагновых мхов, *Polytrichum strictum*, лишайников. Для составления геоинформационных моделей растительного покрова все полученные данные были представлены в виде атрибутивных таблиц. Модели поверхности были построены с использованием инструмента растровой интерполяции TopoRaster в ArcGIS. На рисунке представлен пример геоинформационной карты с обозначением микрорельефа, выгоревших точек и встречаемости сфагновых мхов.

#### Характеристика объектов исследования

Ключевой участок	Координаты	Антропогенное нагрузка до пожара	Год пожара	Количество площадок
Бакчарское болото	56°53'с.ш. 82°41'в.д.	гидролесомелиорация	2016	6
Усть-Бакчарское болото	57°35'с.ш. 82°16'в.д.	осушение с целью добычи торфа	2014	3
Плоскобугристое болото	65°52'с.ш. 74°58'в.д.	естественное болото	2016	3

Последствия пожара различаются между рассматриваемыми болотами. Наиболее интенсивно пирогенная нагрузка проявилась на Усть-Бакчарском, где произошло полное выгорание всех растительных ярусов и верхнего горизонта торфяной залежи. На Бакчарском болоте в результате пожара была отмечена гибель древесного яруса, выгорание надземных побегов кустарничков, частичное выгорание мохово-лишайникового яруса. Большому выгоранию оказались подвержены отрицательные формы микрорельефа. На плоскобугристом болоте выгоранию были подвержены кустарничковый и частично мохово-лишайниковый ярусы, большая доля выгорания поверхности характерна для мочажин, склонов и понижений бугров.



Площадка на выгоревшем участке Бакчарского болота.

Восстановление растительного покрова через 6–8 лет после пожара отличается как между болотами, так и имеет мозаичность на локальном уровне в зависимости от свойств микрорельефа поверхности. На выгоревших участках Бакчарского болота через 6 лет после пожара среди видов мохово-лишайникового яруса наибольшая встречаемость характерна для *P.strictum*. Встречаемость выше в понижениях микрорельефа (0,84) и на высотах около средней поверхности (0,75) и уменьшается на положительных формах (0,45) при среднем значении 0,74. Сфагновые мхи продолжают сохранять низкую встречаемость в сравнении с фоновым участком, средняя встречаемость составляет 0,17. На трех из пяти изученных точек более интенсивно зарастают понижения, где средняя встречаемость составляет 0,35, на высотах около средней поверхности и на положительных формах она снижается до 0,13. На двух точках наоборот, отмечено увеличение встречаемости от понижений к повышению микрорельефа с 0,11 до 0,20. На выгоревших поверхностях Бакчарского болота сфагновые мхи имеют единичную встречаемость (0,02–0,17) и более распространены в понижениях.

Растительный покров Усть-Бакчарского болота отличается большей степенью трансформации, несмотря на более длительный период постпирогенной сукцессии. Следует отметить меньшие различия в распределении видов по формам микрорельефа в сравнении с Бакчарским болотом. Выгоревшие поверхности также характеризуются интенсивным зарастанием *P.strictum*, средняя встречаемость составляет 0,69. В результате интенсивного осушения и выгорания для болота характерно замещение сфагновых мхов лишайниками. На выгоревших поверхностях за 8 лет после пожара встречаемость сфагновых мхов не превысила 0,05, средняя встречаемость лишайников составляет 0,41–0,54, на положительных формах увеличивается до 0,70.

Встречаемость видов на выгоревших поверхностях плоскобугристого болота оказалась схожей с Бакчарским. Здесь отмечена высокая встречаемость *P. Strictum*, достигающая 1 на пониженных участках бугров и их склонах, среднее значение составляет 0,59. Встречаемость сфагновых мхов находится в пределах 0,09–0,17, увеличиваясь на буграх до 0,20. Встречаемость лишайников единична.

Таким образом, закономерности постпирогенного восстановления растительности определяются состоянием болота до пожара. Важным фактором является степень осушения болота, определяющая средний многолетний уровень болотных вод. При высокой интенсивности осушения, восстановление типичных для сосново-кустарничково-сфагновых болот видов оказалось невозможным даже через 20 лет после пирогенной нагрузки.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 22-77-10024.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Sinyutkina A. Drainage consequences and self-restoration of drained raised bogs in the south-eastern part of Western Siberia: Peat accumulation and vegetation dynamics, *Catena*, 2021, no 205, 105464.

### **МЕТОДИКА КАРТИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАННЕ- И СРЕДНЕЮРСКИХ ФЛОР СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

*Фролов А.О.*

Институт земной коры СО РАН, Иркутск.

Палеофитогеография является важным инструментом палеоклиматических исследований. Многие наземные растения являются чувствительными индикаторами климата, а их ареалы помогают устанавливать былое единство ныне разобщенных территорий. Настоящая работа посвящена методам картирования ареалов ранне- и среднеюрских растений обитавших в Европе, Центральной Азии и Сибири. Выбор этой территории обусловлен результатами палеофлористического районирования, проведенного для Северной Евразии, которые показали, что между флорами данного региона присутствует большое количество общих элементов, особенно в периоды климатических оптимумов, что свидетельствует об отсутствии непреодолимых географических барьеров между ними [1, 6]. На данной территории находится более 60 крупных континентальных бассейнов раннесреднеюрской седиментации, в пределах которых известно около

1500 видов ископаемых растений. Для каждого бассейна данные о составе флоры были распределены по семи временным срезам, соответствующим векам (с геттангского по батский). В базу данных картируемых растений были включены только виды, исследованные лично или хорошо описанные и изображенные и имеющие надежную привязку к ярусам. При создании данной базы мы избегали перечней таксонов из источников без иллюстраций.

Для биогеографических исследований необходимы хорошо обоснованные палеогеографические карты. На сегодняшний день существует ряд глобальных палеогеографических карт, составленных для эпох и веков юрского периода [6, 7, 8]. Однако в силу крупного масштаба, на них часто не отражены важные особенности палеорельефа некоторых бассейнов седиментации, и не всегда удается указать расположение ряда бассейнов. Таким образом, для выполнения поставленных нами задач палеофитогеографических исследований имеющихся палеогеографических атласов не достаточно. В связи с этим, на базе карт, отражающих рельеф и положение Евразии в ранне- и среднеюрскую эпохи [2] и с учетом региональных палеогеографических исследований, нами разработаны палеогеографические карты для семи веков, пригодные для изображения ареалов растений. На них отражены контуры современной и древней суши, элементы палеорельефа (горы, низменности, озера и т.д.), области вулканизма, местоположения главных литологических и палеонтологических индикаторов обстановок осадконакопления и климата.

Целью данного исследования является анализ распространения таксонов древних растений, выявление путей их миграции, географической приуроченности центров разнообразия и эволюции. Теоретической основой исследования послужили фундаментальные работы по био-, фито- и палеобиогеографии [3, 4, 5].

На первом этапе исследования, с применением точечного метода, составлялись карты ареалов отдельных видов для каждого из семи веков ранней и средней юры. Кроме присутствия таксона, при наличии информации, учитывалась частота его находок в бассейне. Отдельное внимание уделено надежности определения таксона. Таким образом, фактический ископаемый материал отражен на этих картах кружками трех типов: черные – таксон присутствует, красные – таксон встречается часто, и белые с пунктирным контуром – таксон определен в открытой номенклатуре.

На втором этапе проводилась реконструкция ареала вида, изображаемая заливкой. Она наносилась исходя из представления о целостности первичного ареала и того, что его расширение, связанное с расселением вида, совершается без нарушения этой целостности. Случаи дизъюнктивного распространения рассматривались как результат нарушения целостности когда-то непрерывного ареала вследствие локального вымирания соответствующих популяций [4]. Таким образом, дизъюнктивные ареалы рассматривались как явление вторичное, свидетельствующее о длительной истории вида. Нанесение заливки в тех регионах, для которых фактических данных не достаточно, требует большой осторожности. При отсутствии данных такая территория закрашивалась только в том случае, когда присутствие здесь вида установлено в смежных веках. Отсутствие находок вида в какой-то части его ареала на протяжении нескольких веков, интерпретировалось как локальное вымирание.

Карты родов составлялись путем объединения ареалов видов. Аналогичным образом составлялись карты семейств и порядков. При картировании таксонов надвидового ранга выявлялись центры видового и родового разнообразия. Для выявления центров видового разнообразия в тот или иной интервал времени, строились графики динамики видового разнообразия рода как общие для изучаемой территории, так и для каждой провинции и субпровинции в отдельности. На графиках, кроме количества присутствующих видов, отражено количество вымерших и появившихся (рис. 1а).

Пространственная и временная локализация пиков разнообразия, отраженных на графиках, позволяет выявлять центры видового разнообразия. Отдельное место занимает вопрос, каким образом формировались пики разнообразия – путем автохтонного видообразования или миграции растений из других фитоценозов? Для решения этой задачи строились графики, отражающие происхождение видов рода (рис. 1б). Сопоставляя между собой графики а и б (рис. 1) можно расшифровать природу динамики видового разнообразия. Когда пики разнообразия образованы главным образом за счет автохтонных видов, такую фитоценозу или ее часть следует считать центром эволюции рода. Выявление пиков видового разнообразия, образованных за счет появления аллохтонных элементов, указывает на флористические связи между фитоценозами. Кроме того, для аллохтонных таксонов выяснялось время и маршрут миграции на данную территорию, а так же совпадают ли эти события с изменениями климата, рельефа суши или уровня моря.

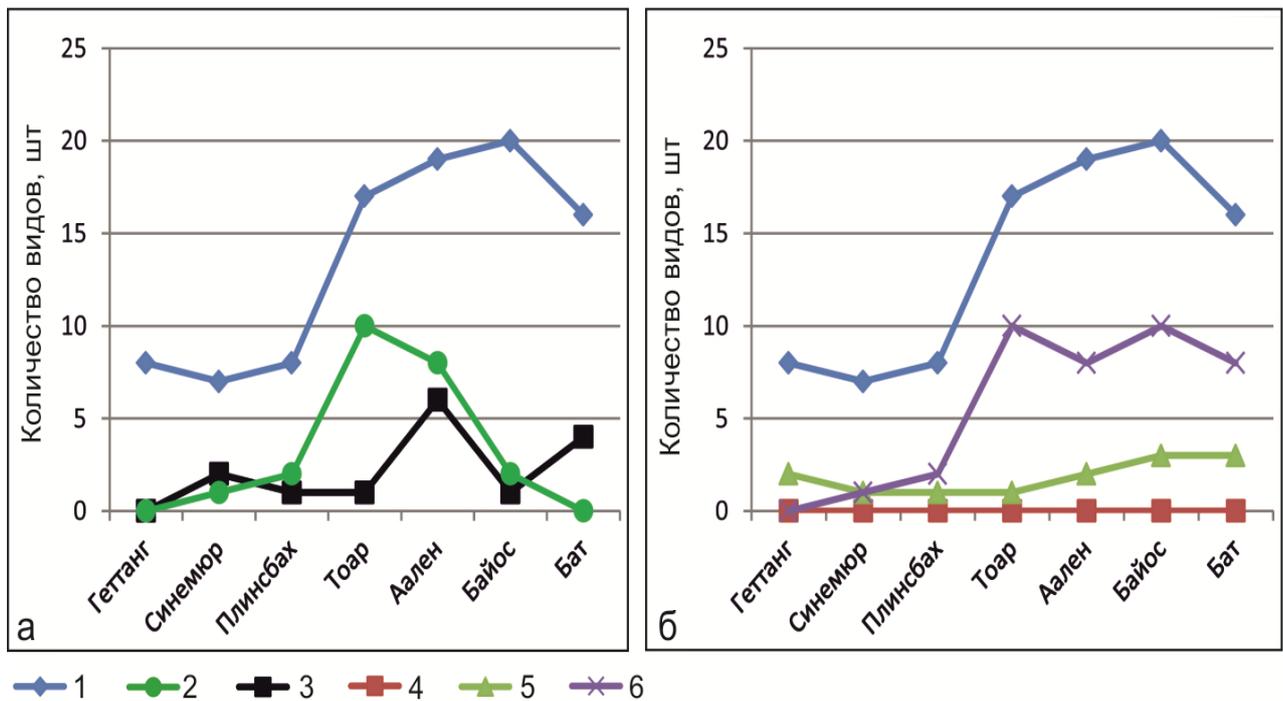


Рис. 1. Графики, отражающие динамику (а) и генезис (б) видового разнообразия рода X на территории Среднеазиатской провинции Евро-Синийской палеофлористической области в ранней и средней юре.

1 – общее количество видов, 2 – количество появившихся видов, 3 – количество вымерших видов, 4 – виды европейского происхождения, 5 – виды центральноазиатского происхождения, 6 – виды сибирского происхождения.

Благодаря описанной выше методике планируется установить центры эволюции юрских растений на территории Северной Евразии, периоды миграции растений из разных фитоценозов и взаимосвязь этих событий с климатическими и геоморфологическими изменениями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вахрамеев В.А. Юрские и меловые флоры и климаты Земли. – М.: Наука, 1988. 214 с.
2. Казьмин В.Г., Натапов Л.М. Палеогеографический атлас северной Евразии. Палеогеографические карты, построенные на палинспастической реконструкции. – Москва, 1998. 28 с.
3. Макридин В.П., Мейен С.В. Палеобиогеографические исследования. В кн.: Современная палеонтология. Методы, направления, проблемы, практическое приложение: Справочное пособие: В 2-х томах. 1988, Т. 2., С. 5–31.
4. Толмачев А.И. Введение в географию растений – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1974. – 244 с.
5. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск: Наука, 1986, 196 с.
6. Фролов А.О., Мащук И.М. Юрская флора и растительность Иркутского угольного бассейна. – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2018а. – 541 с.
7. Golonka J. Late Triassic and Early Jurassic palaeogeography of the world // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2007, 244: 297–307.
8. Matthews K.J., Maloney K.T., Zahirovic S., Williams S.E., Seton M., Müller R.D. Global plate boundary evolution and kinematics since the late Paleozoic // *Global Planet. Change*, 2016 (146): 226–250.
9. Scotese C.R. PALEOMAP PaleoAtlas for GPlates and the PaleoData Plotter Program. PALEOMAPProject. TechnicalReport, 2016.

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИНВАЗИЙ (НА ПРИМЕРЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ)

Хляп Л.А., Варшавский А.А.

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва

Расширение ареала – один из важнейших признаков биологических инвазий. В ряде случаев появление новых видов за пределами ранее известного ареала хорошо фиксируется и имеются данные о месте и дате такого явления. Это бывает, во-первых, в случаях непреднамеренной интродукции, когда известно: откуда взяты животные и где выпущены. Такие данные, где место выпуска описано для региона в ранге субъекта Федерации (республика, край, область, автономная область, автономный округ) имеются, например, для евразийского бобра (*Castor fiber*) [2] или ондатры (*Ondatra zibethicus*) [5]. Другие случаи быстрой датировки появления нового вида чаще связаны с его вредоносностью, что становится хорошо заметно. Например, инвазия самшитовой огневки (*Cydalima perspectalis*) в Сочи нанесла ощутимый урон самшитовым насаждениям [6]. Однако нередко первые этапы инвазии остаются незамеченными. Картографирование изменения ареала чужеродных, в том числе инвазионных, видов позволяет выявить районы их обитания, скорость расселения, регионы для планирования мер по минимизации отрицательных последствий инвазий.

Несмотря на увеличение количества видов, ареал которых динамичен, карты изменения ареала редки. Более того, как правило, при изображении ареала его оконтуривают на картах внешней границей области обитания вида [3, 4, 7 и мн. др.] без ссылки на период, для которого эта граница была актуальна. Такое неосознанно воспринимается как постоянство границ ареала, что не соответствует реальному состоянию этого явления на современном этапе.

Наш опыт основывается на создании серии карт движения видовых ареалов млекопитающих, чужеродных для экосистем России (50 карт) [1], а позже на усовершенствовании таких карт для 10 самых опасных из этих видов [6].

Содержание и использование тех или иных картографических приемов во многом зависело от имеющихся материалов. При картографировании изменения ареалов чужеродных видов млекопитающих [1] самые простые карты отражали только места выпуска (енот-полоскун – *Procyon lotor*, американская норка – *Neogale vison*, канадский бобр – *Castor canadensis*) на новом для вида материке (показана российская часть Евразии). К ним близки по содержанию карты, на которых показаны места выпуска и нативный (енотовидная собака – *Nyctereutes procyonoides*) или современный (белка – *Sciurus vulgaris*) ареал. Если новые для вида регионы встречались локально, то их показывали к дополнению к видовому ареалу либо значком (поздний кожан – *Eptesicus serotinus*, мышшь-малютка – *Micromys minutus*) или значком с линией движения – стрелкой (желтогорлая мышшь – *Apodemus flavicollis*, шакал – *Canis aureus*). Для 8 видов разной тональностью удалось показать движение их ареала за 2 периода. Например, для соболя показано распространение в середине 1930-х гг. (низкая численность, ареал фрагментирован) и почти полностью восстановленный ареал в 1970-е годы. Самое большое количество таких периодов (5) на карте динамики ареала ондатры. На картах распространения средиземного нетопыря и зубра изменения ареала в разные годы показаны различающимися значками, но они плохо читаются. Изображение динамики ареала изолиниями лучший эффект дает для саморасселяющихся видов, но обычно материал для их проведения имеется лишь для некоторых регионов (енотовидная собака в Карелии и кабан – *Sus scrofa* – в европейской части России).

Для усовершенствования изображения динамики ареала мы опробовали несколько приемов. Информативным оказалось сочетание временной шкалы окраски, показывающей регионы, различающиеся по периоду вселения, и указание этого периода цифрами (рис. 1).

Самые интересные результаты удалось получить для карты распространения американской норки. Если ранее мы отобразили только места выпуска этого вида [1], то позже по литературным данным была получена карта российской части ареала вида [9]. Для итоговой карты в книге о 100 самых опасных инвазионных видов России [6] мы выбрали способ, описанный выше для карты евразийского бобра, и усложнили его, показав цифры кеглем разного размера (рис. 2). Использование такого приёма до наших исследований нам не известно.

Опыт создания карт движения ареалов нуждается в дальнейшем развитии.

Выполнено в рамках проекта Российского научного фонда (21-14-00123)



Рис. 1. Динамика ареала евразийского бобра в России (без Приамурья).

Цветом и цифрами показаны десятилетия, в которые бобра впервые зарегистрировали в субъекте Российской Федерации (публикуется впервые).



Рис. 2. Динамика ареала американской норки в России [по 6].

Цветом и цифрами показаны десятилетия XX века, в которые норку впервые зарегистрировали в субъекте Российской Федерации. Фиолетовые точки – места обнаружений вне России по [8].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобров В.В., Варшавский А.А., Хляп Л.А. Чужеродные виды млекопитающие в экосистемах России. – М.: Тов-во научных изданий КМК, 2008. – 232 с.
2. Дёжкин В.В., Дьяков Ю.В., Сафонов В.Г. Бобр. – М.: Агропромиздат, 1986. – 256 с.
3. Емельянова Л.Г. Картографирование ареалов видов млекопитающих – основные направления, результаты, перспективы // Биogeография в Московском университете. – М.: ГЕОС, 2008. – С. 107–118.
4. Огуреева Г.Н., Котова Т.В., Емельянова Л.Г. Экологическое картографирование. Биogeографические подходы. Уч. пособие. – М.: Географ. ф-т МГУ, 2010. – 160 с.

5. Ондатра. Морфология, систематика, экология. – М.: Наука, 1993. – 542 с.
6. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). – М.: Тов-во научных изданий КМК, 2018. – 688 с.
7. Тупикова Н.В. Зоологическое картографирование. – М.: Изд-во Московского университета, 1969. – 250 с.
8. GBIF. American Mink. Occurrence Download 1 March 2017 [Электронный ресурс]. – <https://doi.org/10.15468/dl.ougwjh> (дата обращения 1 марта 2017).
9. Khlyap L.A., Warshavsky A.A., Bobrov V.V. Diversity of Alien Mammal Species in Different Regions of Russia // Russian Journal of Biological Invasions. – 2011. – Vol. 2, No. 4. – Pp. 293–299. DOI: 10.1134/S2075111711040059

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДГОРИЙ МАЛХАНСКОГО ХРЕБТА

*Холбоева С.А.<sup>1</sup>, Кобылкин Д.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия*  
<sup>2</sup>*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия*

Малханский хребет, относящийся к южной части Селенгинского среднегорья, представляет собой сочетание сочетания плоских вершин, основных гребневых линий, ориентированных с юго-запада на северо-восток, пологих и средних по крутизне склонов [1]. Макросклоны плавно переходят к плоским долинам притоков р. Чикой и умеренно моделированы склоново-эрозионными процессами. В ходе исследования был выбран репрезентативный участок, расположенный в долине правого притока р. Чикой – р. Тамир. Данный участок обладает яркими чертами растительного покрова, характерного для южных предгорий Малханского хребта.

Растительность Малаханского хребта представлена горно-таежными лесами в сочетании со степями, что соответствует положению в лесостепной зоне. Согласно ботанико-географическому районированию [2] территория относится к Хангайско-Даурской горнолесостепной провинции. Лесная растительность представлена светлохвойным лесами (сосновыми и лиственничными с небольшим участием кедровых формаций), вторичными березо-осиновыми лесами [3]. Также на пологих южных склонах и на днищах распадков встречаются редкостойные ильмовники (*Ulmus pumila*). По долинам рек широкое развитие получили луга. Степные участки располагаются на склонах солнечных экспозиций, переходя на полутеневые (северо-восточные и северо-западные), а также на высоких надпойменных террасах.

Модельный участок выбран в местности Подзвонкая в 7 км к югу от с. Тамир в Кяхтинском районе Республики Бурятия на юго-западном макросклоне Малханского хребта. Абсолютные высоты местности колеблются в пределах от 752 м до 981 м над ур. м.

Для изучения растительного покрова использовались разновременные космические снимки Landsat 1-5 MSS, 4-5 TM, 7 ETM+, 8 OLI с периодом съемки с 2011 до 2020 гг. При составлении карты растительности активно применялись методы экспертной оценки космической и аэрофото съемки, автоматическая классификация (ISODATA, ECHO и др.), проведенная в программном комплексе ENVI 4.8, в сочетании с полевыми исследованиями, проведенными в 2015 и 2022 гг. В результате была составлена создана карта растительности масштаба 1:12 500.

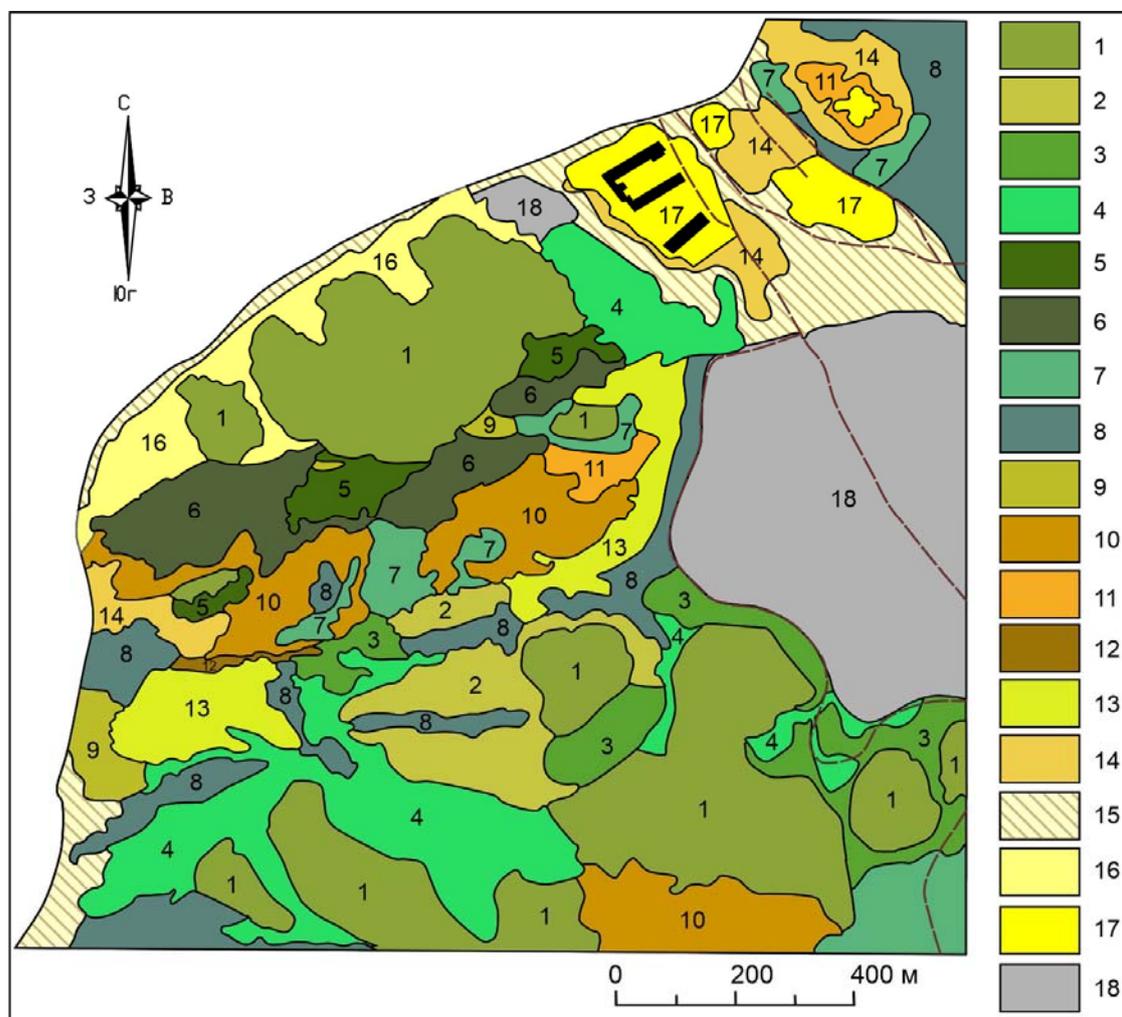
Разработка легенды проведена согласно принципам картографирования В.Б. Сочавы [4], Т.И. Исаченко [5] с выделением гомогенных и гетерогенных единиц растительного покрова ландшафтно-топологического уровня при крупномасштабном картографировании.

Пространственная структура растительности рассматривалась на модельном участке без учета луговых ценозов. Характерной чертой участка являются макрокомбинации на макросклонах отрога: сочетания сосновых лесов разного состава на теневой экспозиции, степей на солнечной экспозиции и днище распадка, кустарниковых зарослей (абрикосников, спирейников).

На южном макросклоне можно выделить экологический ряд лито-топологического генезиса. Верхний гипсометрический уровень занимают пионерные группировки несформированной растительности на скальных выступах с *Orostachys spinosa*, *Selaginella sanguinolenta*. На транзитной части склона на крутых (до 30 град) склонах с выходами отдельных глыб описаны

абрикосники гмелинопопынные., абрикосники беднотравные. В ложбинах стока глубиной до 0,5м, шириной до 2 м, доходящих до центральной части дна, развиты кустарниковые заросли с *Armeniaca sibirica*, *Spiraea aquilegifolia*, *Ribes pulchellum* с богатым разнотравьем. На аккумулятивной части склона описаны сложные комплексы: сообщества кустарниковых степей: спирейно-разнотравные, караганово (*Caragana pygmaea*) – разнотравные, спирейно-мятликовые на щебнисто-каменистых участках; мятликовые, тонконоговые степи на мелкоземистых участках конусов выноса. Днище распадка также имеет сложную пространственную структуру, сформированную процессами выноса и аккумуляции вещества. Большую часть дна занимает пологонаклонная к западу выровненная поверхность конуса выноса, покрытая разнотравно-стеллеровыми луговыми степями с единичными соснами. Они образуют сочетание с растительностью ложбин временного стока с разнотравно-кустарниковыми степями. На переходе к южному склону имеются участки комплексной растительности: твердоватоосоковые (*Carex duriuscula*) и вострцовые (*Leymus chinensis*) степи. На переходе к северному склону описаны мятликово-разнотравные луговые степи с *Thalictrum simplex*, *Poa botryoides* и кустарником *Pentaphylloides parvifolia*.

В целом, для южных предгорий Малханского хребта характерны сочетания сосновых лесов со степными сообществами разного состава и кустарниковыми зарослями (абрикосниками, спирейниками), формирующими сложную пространственную структуру растительности.



Карта растительности урочища Подзвонкая.

### I. Леса гемибореальные травяные

#### Сосновые травяные леса на теневых и полутеневых склонах

1. Сосновый кизильниково-разнотравный лес (*Pinus sylvestris*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Thalictrum simplex*, *Vicia nervata*)

2. Сосновый бедноразнотравный лес (гарь 2 года) (*Pinus sylvestris*, *Carex pediformis*, *Stemmacantha uniflora*)

**Мелколиственные травяные леса на теневых склонах (*Betula platyphylla*)**

3. Березовый спирейно-разнотравный лес (*Betula platyphylla*, *Spiraea media*, *Vicia amoena*, *Thalictrum simplex*, *Sanguisorba officinalis*)

**II. Кустарниковая растительность**

**Кустарниковые сообщества на шлейфах теневых склонов**

4. Разнотравно-кустарниковые сообщества (*Pentaphragmoides parvifolia*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Spiraea aquilegofolia*, *Stellera chamaejasme*, *Galium verum*, *Chelictotrichon schellianum*)

**Кустарниковые сообщества на крутых каменистых склонах южной и юго-западной экспозиции**

5. Абрикосник спирейно-разнотравный (*Armeniaca sibirica*, *Spiraea aquilegofolia*, *Artemisia commutata*, *Ephedra monosperma*, *Thalictrum foetidum*).

6. Абрикосник гмелинопопынный (*Armeniaca sibirica*, *Artemisia gmelinii*, *Chamaerhodos erecta*, *Filifolium sibiricum*, *Artemisia commutata*)

**Кустарниковые сообщества на шлейфах южной и юго-западной экспозиции**

7. Спирейник разнотравный (*Spiraea aquilegofolia*, *Poa botryoides*, *Pulsatilla turczaninovii*, *Lilium pumilum*, *Chamaerhodos erecta*)

8. Караганник мятликово-разнотравный (*Caragana pygmaea*, *Poa botryoides*, *Potentilla acaulis*, *Thymus mongolicus*, *Cleistogenes squarrosa*).

**III. Степная растительность**

**Петрофитные степи на скальных выступах**

9. Пионерные группировки (*Selaginella sanguinolenta*, *Orostachys spinosa*, *Caragana pygmaea*, *Gypsophila patrinii*, *Allium bidentatum*)

**Дерновинно-злаковые степи на шлейфе склона южной экспозиции**

10. Разнотравно-стеллерово-мятликовая степь (*Poa botryoides*, *Stellera chamaejasme*, *Pulsatilla turczaninovii*, *Alyssum obovatum*)

11. Холоднопопынно-крыловоковыльная степь (*Stipa krylovii*, *Artemisia frigida*, *Potentilla acaulis*)

12. Горноколосниково-леспедецево-тонконоговая (*Koeleria cristata*, *Lespedeza juncea*, *Orostachys spinosa*)

**Луговые степи на днище распадка**

13. Разнотравно-стеллеровая степь (*Stellera chamaejasme*, *Koeleria cristata*, *Filifolium sibiricum*, *Carex pediformis*)

14. Твердоватоосоковые (*Carex duriuscula*, *Poa botryoides*) *смену*

15. Комплекс твердоватоосоковых (*Carex duriuscula*, *Poa botryoides*, *Allium ramosum*) и вострецовых степей (*Leymus chinensis*, *Carex duriuscula*, *Poa botryoides*)

16. Стоповидноосоковые степи (*Carex pediformis*, *Stellera chamaejasme*, *Cymbaria daurica*)

**IV. Рудеральные сообщества и агроценозы**

17. Попынно-крапивные (*Urtica cannabina*, *Artemisia vulgaris*) сообщества

18. Агроценозы

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Базаров Д.Б., Антощенко-Оленев И.В. Селенгинское среднегорье и Джидинский горный район // Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. – М.: Наука, 1974. – С. 163–210.

2. Лавренко Е.М. Степи Евразии / Е.М. Лавренко, З.В. Карамышева, Р.И. Никулина. – Л.: Наука, 1991. – 146 с.

3. Бойков Т.Г. Растительный покров Малханского хребта (Южное Забайкалье). – Новосибирск: Наука, 2010. – 174 с.

4. Сочава В.Б. Классификация растительности как иерархия динамических систем // Геоботаническое картографирование. – Л., 1971. – С. 3–17.

5. Исаченко Т.И. Сложение растительного покрова и картографирование // Геоботаническое картографирование. – Л., 1969. – С. 20–32.

## ДЛИННОХВОСТЫЙ СУСЛИК (*Urocitellus undulatus*, Pallas 1778) В ДЕЛЬТЕ Р. ГОЛОУСТНАЯ (ЮЖНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ): ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ

*Холин А.В., Вержужский Д.Б.*

*ФКУЗ «Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и  
Дальнего Востока», Иркутск*

Длиннохвостый суслик (*Urocitellus undulatus* (Pallas, 1778)) – фоновый представитель степной териофауны в Южной Сибири. В Прибайкалье широко распространен отдельными группировками в пределах открытых биотопов региона.

Степные участки дельты р. Голоустная располагаются изолированно на юго-западном берегу оз. Байкал и представляют собой уникальные реликтовые образования, что привлекает к себе особое внимание как с научной точки зрения, так и с позиций приоритетности сохранения «осколков» плейстоценовых биоценозов.

У длиннохвостого суслика распределение нор в пространстве неравномерно. Как правило, имеются отдельные скопления нор, которые обозначают как «элементарные поселения» или «сусликовины» [6]. Зверьки совместно используют территорию поселения. Индивидуальные участки у длиннохвостого суслика практически не выражены [5]. Наименьшей и обязательной элементарной группировкой у длиннохвостого суслика является парцелла. Даже в самых разреженных поселениях зверька (на периферии популяции) суслики в любое время обитают только группами, исключением являются мигрирующие особи [7, 8].

Наряду с поселениями, осваиваемыми совместно, имеются отдельные группы нор, где обитают одинокие зверьки, как правило, взрослые самцы или яловые самки. Кроме обитаемых поселений, встречаются группы нор, где суслики не живут, но периодически посещают их. В этих нежилых поселениях расчищается небольшое число входов нор, часто они служат местом укрытия зверьков при появлении опасности [1, 3].

В большинстве случаев в ненарушенных антропогенным влиянием биотопах прослеживается образование группировок более высокого уровня – «демов». На территории таких группировок (чаще площадью 2–5 га) обычно располагаются от трех до восьми парцелл, несколько одиночных зверьков на прилегающих периферийных сусликовинах, здесь также имеются 3–5 необитаемых, но посещаемых групп нор [4].

Цель нашей работы – выявление особенностей пространственной структуры населения длиннохвостого суслика в условиях локального островного участка реликтовых степей в дельте р. Голоустная.

Экосистемы дельты р. Голоустная представлены уникальным лугово-степным комплексом растительных сообществ, свойственным локальным реликтовым формациям западного побережья Байкала. Имея крупные размеры, дельта включает комплекс сочетающихся переувлажненных и заболоченных лугов с сообществами шлейфовых литофильных мелкодерновиннозлаковых и низкоразнотравных степей [9].

Материалом для данного сообщения послужили результаты работ, проведенных нами в весенние периоды (апрель–май) 2009–2013 гг. в дельте р. Голоустная (Южное Прибайкалье), а также данные из литературных источников и опросные сведения.

В ходе работ выполнено картографирование поселений длиннохвостого суслика, проведены учеты численности зверьков и плотности входов нор.

Картографирование поселений состояло из двух этапов – полевой съемки (первый этап) и последующей обработки полученной информации с графическим оформлением на картах разного масштаба (второй этап). Каждому поселению присваивался номер и статус – «жилое» или «нежилое».

Для исследований мы применяли визуально-рекогносцировочный метод учета численности зверьков на 1 га, при этом использовалась следующая градация: до 1 зверька на 1 га, 1–5, 5–10, более 10 зверьков на 1 га. Для визуального учета численности и исследования территориального поведения длиннохвостого суслика мы использовали также площадочный метод.

Изучение поселений, занятых парцеллярными группировками, проводили посредством измерения площади сусликовин по крайним посещаемым норам и подсчета числа входов нор на каждой. Подобным образом нами было обследовано 102 элементарных поселения. Общая площадь картографированных жилых сусликовин разного типа составила 26 127 м<sup>2</sup>.

При обозначении группировок длиннохвостого суслика разного внутривидового ранга применяли терминологию, используемую для описания трехуровневой иерархической системы: парцелла – дем – мерус [2].

Общая площадь биотопов, пригодных для обитания зверьков в дельте р. Голоустная, в период работ составляла около 2000 га [12]. Численность суслика, в зависимости от сезона обследования и участка, варьировала от очень низкой (менее одной особи на 1 га) до высокой (10-20 особей на 1 га), возрастая от окраин дельты реки к берегу оз. Байкал, где на границе степных участков с заболоченным лугом располагалось плотное поселение, занимающее общую площадь около 7 га.

Во время проведения работ распределение элементарных поселений на территории дельты не было равномерным, основная их масса была сосредоточена в левой части степного изолята. Жилые сусликовины были отмечены также на правом берегу около пос. Большое Голоустное, численность зверьков здесь во время работ находилась на среднем уровне (3-5 особей на 1 га). По степному склону, располагающемуся непосредственно за поселком, в мае 2010 г. при обследовании были отмечены два нежилых поселения сусликов.

Средняя площадь элементарных поселений на рассматриваемой нами территории в период 2009-2013 гг. составила  $244,2 \pm 21,7 \text{ м}^2$  ( $n = 102$ ), варьируя от 42 до  $1173 \text{ м}^2$ . Число входов нор на 1 элементарное поселение за этот период изменялось от 7 до 90, среднее значение  $27,4 \pm 1,5$  ( $n = 102$ ). Средняя численность зверьков на сусликовинах составляла  $2,5 \pm 0,1$  особей, варьируя от 2 до 7.

Между числом зверьком и площадью поселений в голоустинской популяции наблюдалась положительная корреляция  $r_s = 0,631$  ( $n = 102$ ,  $P < 0,001$ ). Общее число входов нор на поселении напрямую зависело от числа зверьков, обитающих на данном поселении  $r_s = 0,514$  ( $n = 102$ ,  $P < 0,001$ ).

Осваиваемые одиночными зверьками «поселения индивидуального типа» располагаются на небольшом расстоянии от других обитаемых норных группировок, как правило, на них имеется лишь один вход-веснянка. По нашим данным, площадь индивидуальных поселений в голоустинской популяции изменялась от 8 до  $64 \text{ м}^2$ , среднее значение  $21,3 \pm 1,5 \text{ м}^2$  ( $n = 57$ ). Число входов нор находилось в пределах от 3 до 18, среднее значение  $7,1 \pm 0,4$  ( $n = 57$ ). Поселения данного типа отмечены нами на всей обследуемой территории дельты. При обследовании территории дельты р. Голоустная в мае 2011 г. нами был отмечен участок площадью около 7 га с плотностью населения зверьков порядка 20 особей на 1 га. Это поселение располагалось в зоне контакта степи и прибрежного заболоченного луга рядом с берегом оз. Байкал. Данная группировка была отнесена нами к рангу «дема». Других подобных группировок в популяции не отмечено [10,11].

Анализируя вышеизложенный материал, можно заключить, что пространственная структура населения длиннохвостого суслика в дельте р. Голоустная представлена внутривидовыми группировками двух рангов: парцеллами и демом. Парцеллярные группировки отличаются между собой по ряду показателей, таких как площадь, плотность входов нор, число зверьков на одну сусликовину и т.д. На элементарных поселениях отмечена прямая взаимосвязь между проживающими на них зверьками и площадью сусликовин, также отмечена положительная корреляция между зверьками и числом входов нор. Демовая группировка с момента ее обнаружения три сезона подряд имела устойчивую высокую численность, тогда как по остальной территории поселения зверька были крайне динамичны.

Таким образом, несмотря на небольшие размеры степного изолята, в дельте р. Голоустная для длиннохвостого суслика складываются благоприятные условия обитания, что обеспечивает формирование двухуровневой системы внутривидовых группировок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вержуцкий Д.Б. Пространственная организация населения хозяина и его эктопаразитов. Саарбрюккен, 2012. 352 с.
2. Вержуцкий Д.Б., Попов В.В. Популяционная структура населения длиннохвостого суслика в Юго-Западной Туве // Труды Байкало-Ленского государственного природного заповедника. Вып. 1. М., 1998. С. 116–119.
3. Зонов Г.Б. Эпизоотологическое значение размеров участков обитания длиннохвостого суслика в Тувинском очаге чумы // Профилактика природноочаговых инфекций. Ставрополь, 1983. С. 74–75.
4. Зонов Г.Б., Вержуцкий Д.Б., Попов В.В., Ткаченко В.А. Внутривидовые

группировки длиннохвостого суслика в тувинском природном очаге чумы // Природная очаговость чумы в Монгольской Народной Республике. Мат-лы. сов.-монг. симпоз. Иркутск, 1988. С. 58–60.

5. Обухов П.А. Экология длиннохвостого суслика (*Citellus undulatus* Pallas, 1778) в связи с проблемой профилактики чумы в тувинском природном очаге: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1988. 23 с.

6. Попов В.В. Разнокачественность популяций носителей возбудителя как фактор энзоотии чумы тувинского природного очага: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 1990. 16 с.

7. Ткаченко В.А. Пространственная структура популяции длиннохвостого суслика в Юго-Западной Туве // Актуальные вопросы эпиднадзора в природных очагах чумы: Тез. докл. науч.-практ. конф. Ставрополь, 1985. С. 199–201.

8. Ткаченко В.А. Пространственная структура популяций и особенности распространения длиннохвостого суслика (*Citellus undulatus*) в Туве // Байкальский зоол. журн. 2010. Вып. 2 (5). С. 90–100.

9. Турута А.Е. Ландшафтная структура // Природа бассейна реки Голоустной. Иркутск, 2002. С. 6–12.

10. Холин А.В. Субвидовые группировки длиннохвостого суслика (*Spermophilus undulatus* Pallas, 1778) в Южной Сибири (на примере Юго-Западной Тувы и Предбайкалья): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2013. 25 с.

11. Холин А.В., Вержуцкий Д.Б. Поселения длиннохвостого суслика (*Citellus undulatus* Pallas, 1778) на степных участках дельты р. Голоустная (Южное Прибайкалье) // Байкальский зоол. журн. 2011. Вып. 1 (6). С. 79–82.

12. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Бассейн р. Голоустной. Иркутск, Ганновер, 1997. 234 с.

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БИОТЫ В «АТЛАСЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА»

*Храмцов В.Н., Волкова Е.А.*

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург*

Атласы – это наиболее компактный комплексный, определенным образом систематизированный источник географических данных и знаний о территории. Задачасоздания «Атласа особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга» [1] – обобщить многолетние материалы изучения охраняемых территорий города, полученные большим коллективом географов, ботаников и зоологов Санкт-Петербургского государственного университета, Ботанического и Зоологического институтов РАН.

Санкт-Петербург – крупнейший из городов мира, расположенных на 60-й параллели северного полушария в пределах таежной зоны Евразии. Площадь Санкт-Петербурга в границах субъекта Федерации 1439 км<sup>2</sup>. Природные условия города отличаются значительным разнообразием. Он расположен на островах и берегах речных рукавов р. Невы, на морских террасах разного уровня, на уступе ордовикского плато и камовых холмах. Городомимо великолепных дворцовых и усадебных парковсохранил в своих границах массивы естественных лесов,различные типы болот, приморские ландшафты;так таежные леса занимают 20 % городской площади.В настоящее время в пределах Санкт-Петербурга организовано 17 ООПТ регионального уровня, из них 10 природных заказников и 7 памятников природы. Общая площадь ООПТ 9212 га, что составляет 6.4 % площади города.

Разделы Атласа последовательно раскрывают природные особенности каждой охраняемой природной территории. Он содержит 13 физических, 28 тематических многокрасочных карт, 30 фрагментов исторических карт, множество фотографий, диаграмм и рисунков. Структура Атласа включает: очерк истории развития ООПТ; характеристику природных компонентов территории города, включая общую характеристику ландшафтов и растительности; принципы составления тематических карт атласа, характеристику 12 ООПТ города. Встречающиеся на ООПТ редкие виды растений, грибов и позвоночных животных,включенные в Красные книги Российской Федерации и Санкт-Петербурга,приведены в сводных таблицах в приложении Атласа.

Описание каждой ООПТ предваряется физической (общегеографической) картой с границами объекта. Далее следует крупномасштабный космический снимок, который дает общее впечатление о характере растительного покрова. Параллельно идут текстовые описания геологического строения территории, рельефа и поверхностных вод. Отдельный раздел посвящен истории освоения территории, сопровождающийся фрагментами исторических карт. Далее приводятся ландшафтные карты, затем карты растительности с детальными легендами и краткими текстовыми характеристиками. Отдельным видом иллюстраций служат профили распределения растительных сообществ по рельефу и почвообразующим породам. Для некоторых территорий помещены карты современных процессов в ландшафтах, которые составлены на основе как ландшафтных, так и геоботанических карт и отражают основные динамические тренды в растительных сообществах и природных комплексах в целом. В каждом разделе представлены краткие характеристики флоры сосудистых растений, мхов и лишайников, сопровождающиеся фотографиями отдельных видов. Разделы заканчиваются очерками фауны, которые содержат сведения о численности земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих, описания различных типов биотопов, а также важные тенденции изменения численности и встречаемости видов, их обычности или редкости.

В каждом разделе космический снимок и тематические карты для удобства сопоставления приведены в одном масштабе в зависимости от площади ООПТ – от 1 : 4 000 до 1 : 25 000.

Карты растительности составлены по данным полевых исследований, проведенных в 2001–2008 гг., которые были актуализированы к первому изданию Атласа (2013). Их составляли с использованием крупномасштабных топографических карт и аэрофото- и космодатаснимков за период 2001–2012 гг., в том числе спектрозональных. Координаты геоботанических описаний фиксировались GPS-навигатором. Легенды к картам построены по типологическому принципу на основе эколого-фитоценотической доминантно-детерминантной классификации растительности. На картах показан современный растительный покров, который включает как коренные, так и производные растительные сообщества, находящиеся в разных стадиях восстановления или деградации. Наиболее крупные подзаголовки легенды – типы растительности, классы формаций (луговая растительность, хвойные леса, мелколиственные леса, черноольховые леса, водная растительность) или группы типов растительности (болотная, прибрежно-водная). В лесах по преобладанию древесных пород выделены формации (еловые, сосновые, березовые и др.), затем по характеру травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов – группы ассоциаций (кисличные, черничные, сфагновые и др.). Луговая растительность по характеру увлажнения и генезису объединена в группы сообществ – суходольные, пойменные и приморские луга. Болотная растительность разделена по типу питания на олиготрофные, мезотрофные и евтрофные сообщества. Основными картируемыми единицами гомогенного покрова являются ассоциации и субассоциации (иногда варианты) сообществ. Неоднородная растительность (болотная, прибрежно-водная) отражена на картах комплексами или рядами сообществ (экологическими, микропоясными, эколого-динамическими). При чередовании разных типов сообществ, некартируемых самостоятельными контурами в масштабе карты, используется сочетание сообществ. Кратковременно производные сообщества с нарушенным растительным покровом обозначены в легенде цифровыми индексами от менее нарушенных к более нарушенным, и на карте отображены штриховкой. Дополнительными знаками показаны некартируемые в масштабе карты редкие и представляющие интерес сообщества, а также отдельные виды, участвующие в составе распространенных сообществ.

Карты растительности достаточно детальны, например, для заказника «Северное побережье Невской губы» в легенде выделено 73 основных картируемых подразделений, для заказника «Сестрорецкое болото» – 70, для заказника «Юнтоловский» – 69.

Для типичных растительных сообществ приведены планы горизонтальной структуры травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, распределение видов кустарников и деревьев на пробных площадях. Эти планы позволяют судить о вертикальной и горизонтальной структуре сообществ, о взаимосвязях отдельных синузид нижних ярусов сообществ с древесными растениями.

Особый тип карт в атласе – карты современных процессов в ландшафтах, на которых, в первую очередь, отражены сукцессии растительности. Характер сукцессий растительности зависит от внешнего воздействия (естественного или антропогенного), а также от условий среды. Всякая сукцессия представляет собой сложный процесс изменения не только видового состава растительности, но и соотношения в ней различных видов и экологических групп растений, и поэтому попытка классификации современных процессов в ландшафтах требует выделения

«основных направлений» этих процессов. На территории Санкт-Петербурга преобладают природные комплексы с лесной растительностью, в качестве основных направлений процессов рассматриваются изменения в древостоях: уменьшение или увеличение запаса той или иной древесной породы, ее фитоценотического значения (формирование ярусов, вклад в общую сомкнутость), изменение видового состава либо относительная стабилизация этих показателей. Эти характеристики древостоев можно считать определяющими для многолетней динамики таежных ландшафтов, поскольку характеристики древесного яруса в конкретных условиях среды определяют состав и структуру напочвенного покрова, и некоторые особенности почв. Вывод о смене древесных пород делается по наличию обильного молодого древостоя и жизнеспособного подростка породы, не совпадающей с преобладающей, а также по отсутствию подростка и выпадению деревьев преобладающей породы. Учитывается также соотношение радиальных и вертикальных приростов деревьев. При отсутствии древесного яруса процессы выделяются по признакам формирования последнего (на гарях, зарастающих сельскохозяйственных угодьях и т. п.), наличию или отсутствию изменений в напочвенном покрове (например, на безлесных болотах), торфонакоплению, а также явным признакам деградации напочвенного покрова и развития эрозии в результате рекреационных нагрузок. Легенда карт современных процессов имеет вид таблицы, в столбцах которой помещены направления процессов, а строки соответствуют группам ландшафтных местоположений и растительных сообществ, сходных по проявлениям процессов.

С момента выхода в свет первого издания Атласа в Санкт-Петербурге организовано 4 новых природных заказника и 1 памятник природы. В планах коллектива авторов – работа над вторым томом Атласа, в который войдет материал по вновь созданным ООПТ, а также карта растительности Санкт-Петербурга, которая отразит всю сохранившуюся естественную растительность в черте города и растительность многочисленных парков.

Карты в Атласе особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга служат основой для составления рекомендательных карт управления ООПТ – разработки мероприятий по сохранению и восстановлению природных комплексов с указанием необходимых работ, конкретных участков работ и их площади. Они также являются базовыми для целей мониторинга природных комплексов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга / Отв. ред. В. Н. Храмцов, Т. В. Ковалева, Н. Ю. Нацваладзе. Изд. 1-е, 2013. Изд. 2-е испр. и доп. – СПб.: Марафон, 2016. – 176 с. [https://www.binran.ru/files/publications/monographs/Atlas\\_OOPT\\_2016\\_2nd\\_Edition.pdf](https://www.binran.ru/files/publications/monographs/Atlas_OOPT_2016_2nd_Edition.pdf).

### **ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОЗООЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ: ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРИ ВНЕШНЕМ СХОДСТВЕ**

*Юдкин В.А.*

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск  
Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

Обсуждения взаимоотношений географической зоологии и зоологической географии долгое время имели чисто теоретическое дискуссионное значение и имели место, главным образом, в русскоязычной литературе. В англоязычной литературе дело обстоит иначе. Лишь во второй половине 19 века А.Р. Уоллес использовал эти два понятия в своем труде, посвященном распространению животных на планете [13], но позже Ф.Е. Беддарт [10] в своем учебнике зоогеографии все задачи этих двух направлений включил в одну область – зоогеографию (zoogeography). С тех пор в англоязычной литературе термин географическая зоология практически не используется, фигурирует только зоогеография, а в современных публикациях чаще используется термин биогеография (biogeography). Таким образом, после А.Р. Уоллеса и до наших дней исследователи в англоязычной литературе не разделяют географическую зоологию и зоологическую географию. Определения зоогеографии, приводимые в современных изданиях, таково, что все проблемы, решаемые этими двумя направлениями, рассматривают в рамках зоогеографии [12, 11 и др.].

Отечественные исследователи с середины 20 века предпринимали попытки разделить области исследования этих двух дисциплин. Одни исследователи предлагают все задачи с пространственным аспектом и с зоологической компонентой объединить в зоогеографию или считают эти две дисциплины синонимами [9, 4, 7]. Многие все же считают, что это разные дисциплины, но провести границу между ними чрезвычайно трудно [8, 3]. А.П. Кузякин рассматривал обе дисциплины в качестве составных частей географии животных [5], а А.А. Лиховид рассматривает геозоологию в качестве составной части зоогеографии [6]. Различную суть двух понятий, предложенных еще в позапрошлом веке Е. Циммерманом, в целом сохранили некоторые современные исследователи. Эти дискуссии носили в значительной степени теоретический характер до широкого внедрения ГИС-технологий в тематическое картографирование. Когда стали в значительном количестве появляться различные тематические карты с количественным зоологическим содержанием. В форме и содержании многих таких карт стало обнаруживаться существенные противоречия.

Чаще всего все карты с какой-либо зоологической компонентой называют зоогеографическими. Их взаимное внешнее сходство определяется терминологией в названиях и (или) легендах. Там часто фигурируют названия определенных зоологических таксонов. Второе внешнее сходство многих картографических произведений заключается в том, что для их создания используется предварительное деление территории на наименьшие единицы рассмотрения. Все это нередко вызывает неверные попытки получения информации с таких карт, а в отдельных случаях – декларации самих авторов цели создаваемой карты не имеют ничего общего с их содержанием. Поэтому есть целесообразность в разделении карт, где представлено зоологическое содержание, по их фактической сути. Разные сущности, выявленные в результате этого деления, необходимо обозначить адекватными терминами. Для этого предварительно необходимо еще раз вернуться к попыткам деления сущностей зоогеографии и геозоологии.

Предлагается термином «зоогеография» (зоологическая география) называть только раздел географии – «... науки, описывающей земную поверхность...», по специфической группе признаков – наличия или количества там тех или иных животных. Эта группа признаков определяет приставку «зоо». Соответственно, «геозоологию» (географическую зоологию) целесообразно считать разделом зоологии – науки о животных, ... изучающей животный мир, строение и жизнедеятельность животных, распространение... [2]. Приставка «гео» указывает, что в сферу интересов геозоологии (как раздела зоологии) целесообразно включать только изучение различных сторон жизнедеятельности животных в пространственном разрезе.

Если следовать данному подходу, то геозоология и зоогеография являются составными частями разных наук. Эти две дисциплины не могут быть синонимами, не могут быть составными частями одна другой и не могут быть включенными вместе в качестве составных частей в какую-либо третью дисциплину.

#### **Зоогеографические карты**

При создании зоогеографических (по своей сути, а не по декларациям) карт авторы ставят целью отображение пространственных особенностей каких-либо зоологических характеристик территории. Для этого проводится предварительное деление территории на элементарные единицы рассмотрения. Эти единицы или их последующие объединения и будут в дальнейшем элементами объекта создаваемой карты – территории. Одними из часто встречающихся единиц рассмотрения выступают административные выделы (районы, субъекты федерации). Как правило, для их характеристики интересны не все животные, а только хозяйственно важные виды.

Для различных вариантов фаунистического районирования создаются предварительные карты деления с учетом физико-географических особенностей территории. В наиболее мелком масштабе – эти «природные районы». Они тоже имеют различную форму, а различия их площадей между собой достигают трехсот крат (например, карта-бланковка на сайте «Биодат» [1]). Как правило, элементарные единицы такого деления значительно различаются по форме и размеру. Можно на карте сопоставлять эти районы по их зоологическим характеристикам, но мозаика таких разноразмерных элементарных участков не позволит создать корректных представлений о распределении вида. Для этого данные карты не предназначены.

Для создания более крупномасштабных карт чаще за основу зоогеографических карт берется карта растительности. Предварительно проводится объединение таксонов легенды этой карты. Совокупность всех предварительных объединений выделов карты растительности (по сходству условий обитания или по реакции населения животных) и становится объектом создаваемой зоогеографической карты. Для выделов даются характеристики животного населения, т.е.

определяются признаки этого объекта. Такие карты отображают пространственные особенности объединенных растительных таксонов легенды («местообитаний») по характеристикам животного населения в них. И в этом случае ни одна из подобных карт не может характеризовать пространственные особенности распределения отдельных видов животных, поскольку исходные территориальные единицы значительно различаются между собой по форме и размеру.

#### **Геозоологические карты**

На геозоологических картах основным объектом является вид животного или популяция (пространственные аспекты плотности, репродуктивных, морфологических параметров и т.д.). Наиболее современные геозоологические карты содержат в себе большие объемы количественной информации. Детально количественная информация может быть представлена способами количественного фона и картограммы. Для построения таких карт, как и в зоогеографии, зачастую необходимо предварительное деление территории на наименьшие единицы рассмотрения. Но требования к наименьшим единицам рассмотрения здесь иные. Эти единицы должны быть одинаковыми по форме и размеру. Для минимизации потери информации эти единицы должны быть по возможности как можно более мелкие (соответственно их будет больше). Чем больше количество таких единиц на территории, тем более объективно можно отобразить уникальный характер пространственных изменений плотности, морфологических или физиологических характеристик вида. Ни ландшафтные, ни растительные карты не могут обеспечить такого деления. При этом возникает сложность – заполнить популяционной информацией каждую такую единицу.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ареалы животных и растений // Сайт «Биодат» [Электронный ресурс]. <http://www.biodat.ru/db/areal/index.htm> (дата обращения 14.05.2023).
2. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С. Гиляров; Редкол.: А.А. Баев, Г.Г. Винберг, Г.А. Заварзин и др. – 2-е изд., Исправл. – М.: Большая российская энциклопедия, 1995. – 864 с.
3. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография. – М.: Наука, 2000. – 178 с.
4. Крыжановский О.Л. К вопросу о предмете зоогеографии и методах зоогеографических исследований // Журнал общей биологии. – 1976. Т. 37. № 5. С. 762–769.
5. Кузякин А.П. Зоогеография СССР // Учен. зап. Московского обл. пединститута. – М.: МОИП, 1962. – Т. 59., Вып. 1. – С. 3–182.
6. Лиховид, А.А. Современная зоогеография: структура, междисциплинарные парадигмы и место геозоологии в ней // Вестник Ставропольского государственного университета. – 2001. – № 28. – С. 130–141.
7. Лопатин И.К. Зоогеография: учеб. для ун-тов – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. шк., 1989. – 318 с.
8. Равкин Ю.С., Лукьянова, И.В. География позвоночных южной тайги Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1976. – 360 с.
9. Тупикова Н.В. Зоологическое картографирование. – М.: МГУ, 1969. – 250 с.
10. Beddard F.E. A Text-book of Zoogeography/ Cambridge: At the University Press. – 1895. – 246 p.
11. DeMers, M.N. Zoogeography, International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment, and Technology, John Wiley & Sons, Ltd. – 2016. – P. 7797–7800
12. Müller. P. Aspects of Zoogeography. Springer Netherlands. – 1974. – 216 p.
13. Wallace A.R. The Geographical Distribution of Animals. In two volumes. – New York: Harper & brothers, Publishe, Franklin Square. – 1876.

## ОБУЧЕНИЕ ЗООЛОГИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ В НЕПРОФИЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИНАХ

*Юдкин В.А.*

*Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск  
Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

Редкие ВУЗы могут позволить себе учебный курс по зоологическому картографированию. В то же время многие учебные заведения имеют кафедры экологической направленности. Одной из ключевых задач таких кафедр является подготовка студентов к практическому мониторингу животного мира. Такие задачи актуальны в области охраны редких видов, слежения за численностью животных, имеющих санитарно-эпидемиологическое значение, а также в сфере рационального использования ресурсов животного мира. Любой современный мониторинг численности или состояния популяций животных опирается на большие объемы пространственных количественных данных, которые наиболее эффективно обрабатываются и визуализируются в среде ГИС. Никакая мониторинговая геоинформационная система немыслима без серий тематических геоэкологических карт, как основного ее элемента. Таким образом, владение методами зоологического картографирования является ключевой компетенцией специалистов, организующих и обеспечивающих систему зоологического мониторинга. Более того, в числе организаторов такой системы мониторинга обязательно должен быть специалист, одновременно сочетающий в себе три различные специальности: зоолог, картограф, информатик. В противном случае совместно работающие над одним проектом зоологи, картографы и информатики, где каждый специалист только в одной из перечисленных областей знаний, не смогут быть организованы из-за непонимания друг друга (используют разные научные языки, не имея «переводчика»). В результате весь проект обречен на мертворождение.

В докладе рассматривается встраивание обучения зоологическому картографированию в два учебных курса «Геоинформационные системы. Применение в экологии» и «Зоологический мониторинг» в двух новосибирских ВУЗах. За основу преподавания компоненты зоологического картографирования взяты классические учебники [1, 3, 4], авторские подходы и наработки [5–10], обобщение и анализ различного опыта картографирования распределения животных [2].

В курсе «Зоологический мониторинг» представлен ряд тем, в которых присутствуют элементы зоологического картографирования. Эти темы следующие.

1. Введение в зоологический мониторинг. Одно из положений данной темы – особенности животных, как объекта картографирования.

2. Картографирование распределения отдельных видов животных, результатов их жизнедеятельности или результатов их хозяйственного использования. Практически вся тема посвящена зоологическому картографированию. Здесь рассматриваются следующие положения. Сущность пространственного распределения животных. Источники фактического материала для построения карт и его обработка. Способы отображения зоологических объектов на карте. Особенности создания карт распределения животных. Легенды карт распределения видов и особенности электронных карт.

3. Картографирование многовидовых комплексов. В данной теме рассматриваются отличия зоогеографических карт от геоэкологических. Здесь дается следующая серия положений. Особенности многовидовых комплексов. Эмпирические материалы для построения карт населения животных и их обработка. Параметры населения животных, отображаемые на картах. Отображение неоднородности населения животных на картах. Использование картографических пакетов (на примере MapInfo и ГИС Аксиома) для построения карт населения животных.

4. Геоинформационные системы, выполняющие зоологический мониторинг. Практически вся тема посвящена электронной картографической визуализации количественных данных по распределению отдельных видов животных, морфологических и репродуктивных параметров популяции. Входят следующие положения. Обзор ГИС с использованием зоологических данных и оптимизация данных. Стандартизация формы данных зимних маршрутных учетов охотничьих животных (ЗМУ) для интеграции в ГИС «Мониторинг численности охотничьих животных Новосибирской области». Опыт построения мониторинговой ГИС на примере системы «Орнитологическая обстановка на аэродромах и приаэродромных территориях».

На лабораторных занятиях проводятся упражнения на примере решения практических задач, которые вставали перед специалистами в процессе реальной работы по мониторингу животного

мира в последние 30 лет. Наиболее емкая тема, на которую отведено 8 часов лабораторных занятий, – это «Пространственный анализ зоологических данных и получение формализованных знаний». Студенты решают задачи в 4-х областях. Временные и пространственные особенности миграций птиц по данным кольцевания. Распределение ресурсов охотничьих животных и их межгодовые различия. Источники орнитологической опасности на аэродромах и ее количественная характеристика. Проблемы познания распространения птичьего гриппа. Для упражнений использованы данные ИСиЭЖ СО РАН из Центра кольцевания, Банка данных по численности наземных позвоночных. В распоряжении студентов имеются результаты ЗМУ за 2009–2015 годы, предоставленные Министерством природных ресурсов, материалы ГИС, создаваемых для мониторинга орнитологической обстановки на ряде сибирских аэродромов.

На лабораторных занятиях студентам предоставляется возможность математико-картографического моделирования. Особое внимание студентов на всех этапах обучения уделяется корректности отображаемой на картах информации и верификации картографических произведений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянт А.М. Картография. Учебник для вузов. – Москва: Аспект Пресс – 2002. – 336 с.
2. Косарева А.М., Ганагина И.Г. Геоинформационное картографирование численности и распределения позвоночных животных. – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. – 160 с.
3. Тупикова, Н.В. Зоологическое картографирование. – М.: МГУ, 1969. – 250 с.
4. Тупикова, Н.В., Комарова Л.В. Принципы и методы зоологического картографирования. – М.: МГУ, 1979. – 97 с.
5. Юдкин В.А. Косарева А.М., Фролов И.Г., Слепцова Е.С., Черный В.В. Алгоритм интеграции результатов зимних маршрутных учетов охотничьих животных в среде ГИС // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/121-18111> (дата обращения: 04.06.2023)
6. Юдкин В.А. Опыт использования математической модели распределения птиц в картографировании и мониторинге их ресурсов // Вестник Кемеровского государственного университета, -2015, № 2 (62). Т. 5. –. 31–37.
7. Юдкин В.А. Опыт математико-картографического моделирования распределения птиц // Вычислительные технологии. – 2007. –Т. 12, спец. вып. 1. – С. 153–167.
8. Юдкин В.А. Особенности интеграции зоологических данных в среде ГИС // Вестник СГГА – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 102–105.
- 9 Юдкин В.А. Способы картографического отображения пространственного распределения животных // ГЕО-Сибирь-2011: сб. материалов VIII Междунар. науч. конгр., 27 – 29 апр. 2011 г. – Новосибирск: СГГА, 2011б. – Т. 4. – С. 292–295.
10. Юдкин В.А. Экологические аспекты географии птиц Северной Евразии. – Новосибирск: Наука, 2009. – 416 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### КАРТОГАФИРОВАНИЕ БИОТЫ: ТРАДИЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
<i>Арепьева Л.А., Казаков С.Г., Шевелёва К.А.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОЧАГОВ БОРЦЕВИКА СОСНОВСКОГО ( <i>HERACLEUM SOSNOWSKYI</i> MANDEN.) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КУРСКА.....	4
<i>Атутова Ж.В.</i> АНАЛИЗ ПОСЛЕ ПОЖАРНОЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ УРОЧИЩА БАДАРЫ НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА НАТУРНЫХ И ДИСТАНЦИОННЫХ ДАННЫХ.....	7
<i>Байбар А.С., Пузаченко М.Ю., Сандлерский Р.Б., Кренке А.Н.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА.....	9
<i>Балезин И.В.</i> ОЦЕНКА ТАКСОНОМИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ НА ПРИМЕРЕ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ.....	12
<i>Безрукова Е.В., Решетова С.А., Волчатова Е.В., Кулагина Н.В., Щетников А.А., Крайнов М.А., Филинов И.А.</i> ИСТОРИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В СРЕДНЕМ-ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ.....	14
<i>Бибаева А.Ю., Макаров А.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ ПОСТПИРОГЕННЫХ СУКЦЕССИЙ СЕВЕРА ПРИМОРСКОГО ХРЕБТА (ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ).....	16
<i>Боровичёв Е.А., Петрова О.В., Ахмерова Д.Р., Петров В.Н.</i> РЕОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАКАЗНИКА «СЕЙДЪЯВВРЬ» (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ): КАК МЕНЯЛИСЬ КОНЦЕПЦИИ И ГРАНИЦЫ?.....	18
<i>Бочарников В.Н., Труфанов А.И.</i> СЕТЕВОЙ ПОДХОД – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИИ РЕДКИХ И ОХОТНИЧЬИХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ.....	20
<i>Булдакова Е.В.</i> ОПЫТ СОЗДАНИЯ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ».....	24
<i>Владимиров И.В., Букликов А.В., Орлов Д.С., Коренной Ф.И., Малхазова С.М.</i> ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КЛЕЩЕВЫХ ИНФЕКЦИЙ В ЕВРЕЙСКОЙ АО (1998–2022 гг.).....	26
<i>Волкова Е.С., Мельник М.А.</i> ОСОБЕННОСТИ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ИНВАЗИИ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЕСА.....	29
<i>Галанина О.В., Короткая Е.А., Смирнова М.А.</i> КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БОЛОТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СОЗДАВАЕМОЙ ООПТ «ПРИРОДНЫЙ ПАРК ЗВОЗСКИЙ», АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ.....	32
<i>Гамова Н.С.</i> БАЗА ДАННЫХ ПО ВЫСШИМ СОСУДИСТЫМ РАСТЕНИЯМ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	34
<i>Груммо Д.Г., Зеленкевич Н.А., Цвирко Р.В.</i> ОПЫТ ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА, И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.....	36
<i>Деркач Е.С., Резников А.И., Волков И.В., Ганюшкин Д.А.</i> ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПОЛОЖЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА В ГОРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ ДАННЫМ.....	38
<i>Емельянова Л.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ АРЕАЛОВ ВИДОВ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕРИОГЕОГРАФИИ.....	40

<i>Емельянова Л.Г., Хляп Л.А.</i> НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА ТУПИКОВА – АВТОР ПЕРВОГО РОССИЙСКОГО УЧЕБНИКА ПО ЗООЛОГИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ .....	42
<i>Ермаков Н.Б.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГЕОБОТАНИЧЕСКОЙ КАРТЕ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ (1:1 000 000) .....	44
<i>Кадетов Н.Г., Гнеденко А.Е.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ПРИМЕРЕ КЕРЖЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА .....	46
<i>Кадетова А.А.</i> ОПЫТ КРУПНОМАСШТАБНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ХИНГАНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ .....	48
<i>Калугина О.В., Михайлова Т.А., Афанасьева Л.В., Шергина О.В.</i> СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ВЛИЯНИЮ ТЕХНОГЕННЫХ ЭМИССИЙ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....	52
<i>Каширина Е.С., Новиков А.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ФЛОРЫ .....	54
<i>Клементьев А.М., Хаценович А.М., Рыбин Е.П., Гунчинсурэн Б., Базаргур Д., Цэрэндагва Я., Олсен Дж.У.</i> ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКИЙ ФАУНИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС: ХРОНОСРЕЗ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ИСКОПАЕМЫХ НАХОДОК .....	57
<i>Лиштва А.В.</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ ЛИШАЙНИКОВ С ДИЗЬЮНКТИВНЫМИ АРЕАЛАМИ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ .....	60
<i>Макаренко Е.Л.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ЕЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПОТЕРИ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОД .....	61
<i>Морозова Т.И., Воронин В.И.</i> МОНИТОРИНГ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕСОВ С ПОМОЩЬЮ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ .....	64
<i>Мядзелец А.В.</i> ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМАТИЗИРОВАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА .....	66
<i>Никулина Н.А.</i> ЗООГЕГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ГАМАЗОВЫХ КЛЕЩЕЙ АЗИАТСКОЙ РОССИИ .....	69
<i>Озерова С.Д.</i> ТИПИЗАЦИЯ ПАРКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ .....	70
<i>Огурева Г.Н.</i> КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОГРАФИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ .....	72
<i>Огурева Г.Н., Бочарников М.В., Виноградов А.А.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ГОР НА РАЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УРОВНЯХ .....	74
<i>Пастушенко А.Д., Бобылев М.А.</i> ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДА СЕТОЧНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ УРБАНОФЛОРЫ НА ПРИМЕРЕ Г. РЯЗАНИ .....	76
<i>Петров С.А., Бешенцев А.Н.</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ПОКРОВА МАЛООСВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ ПО РАЗНОВРЕМЕННЫМ КАРТАМ .....	78
<i>Пустовалова Л.А., Золотарева Н.В., Подгаевская Е.Н., Дубровин Д.И., Коржуневская А.А., Веселкин Д.В.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА И ЕГО ПРИГОРОДОВ .....	81
<i>Резников А.И.</i> ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ IBL И RBL ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ГЕОГРАФОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ ЛАНДШАФТОВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ .....	83

<i>Сафронова И.Н., Каримова Т.Ю., Степанова Н.Ю.</i> ПРОБЛЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ НИЗШИХ КАРТИРУЕМЫХ ЕДИНИЦ НА КАРТЕ СОВРЕМЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ (В ПРЕДЕЛАХ КАЛМЫКИИ) .....	86
<i>Сизых А.П., Шеховцов А.И., Воронин В.И.</i> КРУПНОМАСШТАБНОЕ ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НА ДИНАМИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ КЛАССИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ (на примере Западного Прибайкалья) .....	88
<i>Силаев А.С., <u>Бессолицына Е.П.</u>, Антонов И.А.</i> РЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО НАСЕКОМЫМ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ.....	91
<i>Симонов П.С., Симонов С.Б.</i> К МЕТОДИКЕ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ НАСЕЛЕНИЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ .....	94
<i>Синюткина А.А., Гашкова Л.П.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ВНУТРИФАЦИАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСТПИРОГЕННЫХ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	97
<i>Фролов А.О.</i> МЕТОДИКА КАРТИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАННЕ- И СРЕДНЕЮРСКИХ ФЛОР СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ .....	99
<i>Хляп Л.А., Варшавский А.А.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИНВАЗИЙ (НА ПРИМЕРЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ).....	102
<i>Холбоева С.А., Кобылкин Д.В.</i> ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДГОРИЙ МАЛХАНСКОГО ХРЕБТА .....	104
<i>Холин А.В., Вержуцкий Д.Б.</i> ДЛИННОХВОСТЫЙ СУСЛИК ( <i>Urocitellus undulatus</i> , Pallas 1778) В ДЕЛЬТЕ Р. ГОЛОУСТНАЯ (ЮЖНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ): ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ.....	107
<i>Храмцов В.Н., Волкова Е.А.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БИОТЫ В «АТЛАСЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА».....	109
<i>Юдкин В.А.</i> ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОЗООЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ: ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРИ ВНЕШНЕМ СХОДСТВЕ .....	111
<i>Юдкин В.А.</i> ОБУЧЕНИЕ ЗООЛОГИЧЕСКОМУ КАРТОГРАФИРОВАНИЮ В НЕПРОФИЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИНАХ.....	114

Научное издание

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БИОТЫ: ТРАДИЦИИ  
И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ:**

Материалы Международной научной конференции,  
посвященной 85-летию со дня рождения  
д.г.н. Алексея Васильевича Белова  
и д.б.н. Валерия Федоровича Лямкина  
(Иркутск, 10–12 октября 2023 г.)

Технический редактор *А.И. Шеховцов*  
Дизайнер *Д.В. Кобылкин*

---

Подписано в печать 09.10.2023 г.  
Формат 60×90/8. Гарнитура Times New Roman. Бумага Ballet.  
Уч.-изд. л. 15,7. Усл. печ. л. 13,6. Тираж 300 экз. Заказ № 985.

Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1