

Экологическая оценка луговых фитоценозов южной части Сахалина

И. О. РОЖКОВА-ТИМИНА^{1, 2}, А. А. ЗВЕРЕВ^{3, 4}, Л. Ф. ШЕПЕЛЕВА³

¹Сахалинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ
“ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова”
693022, Южно-Сахалинск, пер. Горького, 22

²ФГБОУ ВО Сахалинский государственный университет
693000, Южно-Сахалинск, просп. Коммунистический, 33
E-mail: inna.timina@mail.ru

³Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050, Томск, просп. Ленина, 36

⁴Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101

Статья поступила 23.07.2023

После доработки 04.09.2023

Принята к печати 08.09.2023

АННОТАЦИЯ

Сахалинские луговые сообщества являются важной составляющей растительного покрова Дальнего Востока. Одним из способов познания экологии луговой растительности является использование фитоиндикационных шкал. Материалом исследования послужили 113 геоботанических описаний луговых сообществ южной части Сахалина. Была рассчитана матрица сходства описаний с использованием количественного индекса Брея–Кертиса для кластерного анализа с последующей классификацией луговых сообществ. Впервые проведена экологическая оценка луговой растительности южной части о. Сахалина с использованием шкал И. А. Цаценкина и Д. Н. Цыганова. В результате работы были выделены следующие луговые сообщества: естественные и сеяные внутриостровные тростниководвукисточниковые, сеяные внутриостровные разнотравно-злаковые, естественные прибрежные разнотравно-злаковые, естественные пойменно-прибрежные крупнотравные, естественные прибрежные волоснецовые, естественные внутриостровные орляковые, естественное внутриостровное полынное. Определено, что луговые сообщества юга о. Сахалин относятся к среднеувлажненным с господством эумезофитов и, реже, ксеромезофитов. Почвы даже на морских побережьях незасоленные, довольно богатые питательными элементами и при этом бедные либо достаточно обеспеченные азотом. Согласно расчетам, почвы под лугами кислые и слабокислые. Климат был определен преимущественно как суббореальный, с профицитом осадков. Что касается сельскохозяйственного использования лугов в качестве пастбищ и сенокосов, то на составе фитоценозов оно почти не сказывается, однако низкие показатели по шкале пастбищной дигрессии могут оказаться признаком нарушения сроков сенокосения. Обнаруженной особенностью сахалинских луговых сообществ оказалось то, что различные группы лугов, разные по местоположению и видовому составу, отображают очень схожие условия обитания.

Ключевые слова: луг, растительность, Сахалин, фитоиндикация, экологические шкалы.

ВВЕДЕНИЕ

На заседании президиума РАН “Коренные изменения наземных экосистем в России в XXI веке: вызовы и возможности” в конце 2019 г. инвентаризация и мониторинг флоры и растительности были названы одной из ключевых задач для обеспечения экологического суверенитета России [Крестов и др., 2020]. При этом сахалинские луговые сообщества являются важной составляющей растительного покрова Дальнего Востока. Видовое богатство и географическое распределение флоры и фауны Сахалина связаны с целым комплексом факторов, такими как “геологическая история острова (неоднократные соединения и изоляции от Хоккайдо и материка), его протяженность в меридиональном направлении, разнообразие рельефа, различие климатических условий, наличие теплого и холодного морских течений” [Богатов и др., 2006, с. 15]. Сахалин является крупнейшим островом в составе Российской Федерации, и эта уникальная территория содержит большое разнообразие ландшафтов и видов фауны и флоры; многие из этих видов ценны как в региональном, так и в глобальном масштабе. Изучение экологической структуры флоры острова и биоразнообразия травянистых растений в современных условиях глобальных изменений представляется весьма насущной проблемой. Познавание структуры и закономерностей функционирования растительных сообществ позволяет понять механизмы их устойчивости, подойти к решению практических задач рационального использования, восстановления естественных и создания искусственных сообществ с заданными свойствами [Raduła et al., 2022; Juan et al., 2023; Liu et al., 2023]. На основе фундаментальных знаний можно проводить прикладные исследования, касающиеся луговодства и кормопроизводства.

Одним из способов познания экологии луговой растительности является использование фитоиндикационных шкал. Традиционно фитоиндикационные методы применяются в геоботанических работах, при сельскохозяйственной оценке земель, в лесном хозяйстве для оценки пригодности территории к использованию [Раменский, 1938; Цаценкин и др., 1978]. Преимуществом в использовании шкал является то, что существующие методы химического анализа состояния среды зачастую

весьма трудоемкие и по существу являются точечными. Для территориального анализа необходимо большое количество точек отбора проб, что также требует больших временных и финансовых затрат. При этом живые организмы и, в частности, луговые растения своим присутствием, обилием и состоянием дают объективную информацию о качестве среды и ее пригодности для хозяйственных целей [Зверев, 2020; Raduła et al., 2022; Sperlea et al., 2022]. Фитоиндикационные шкалы активно применяются в мировой науке для оценки антропогенной нагрузки и влияния экологических факторов, определения экологической ниши или геоморфологических особенностей территории [Khapugin, 2021; Čarni et al., 2022; Raduła et al., 2022; Zolotova et al., 2023].

Научная новизна нашего исследования заключается в том, что впервые проводится экологическая оценка луговой растительности южной части о. Сахалин с использованием шкал И. А. Цаценкина [Цаценкин и др., 1978] и Д. Н. Цыганова [Цыганов, 1983]. Прежде исследования флоры Сахалина носили более ботанический или географический характер, с акцентом на лесную растительность или с привязкой к определенным природным локациям [Баркалов и др., 2019; Корзников, Попова, 2019; Сабирова, Сабиров, 2020, 2021; Lozhnikova, 2021; Korznikov et al., 2022]; луга рассматривались на базе ОПХ “Тимирязевское” как источник кормов для сельскохозяйственных животных [Чувилина, Пархатова, 2021; Samutenko, 2021; Самутенко 2022; Rozhkova-Timina, Reshetnikova, 2022]. Лишь в некоторых работах [Селедец, Пробатова, 2022] рассматривается экология ценопопуляций определенных луговых растений.

В нашей работе целью стали проведение инвентаризации луговой растительности южной части о. Сахалин и оценка ее экологических условий посредством метода фитоиндикации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Остров Сахалин располагается у восточного побережья Евразии и является крупнейшим островом в составе Российской Федерации. Его площадь составляет 76 тыс. км². Климат Сахалина носит резко выраженный муссонный характер. Для сахалинской зимы характерен длительный устойчивый снежный

покров (50–70 см), весна затяжная и холодная, а снегопады могут наблюдаться до июня. Лето прохладное и короткое, со значительной облачностью и частыми туманами [Земцова, 1968]. При этом климатические условия Сахалина крайне неоднородны. Средняя годовая температура воздуха в центральной части острова составляет -2°C (пгт. Смирных), в различных частях южной части острова варьирует от $+2,3$ до $+5,2^{\circ}\text{C}$ [Архив погоды, 2023].

Материал исследования – 113 авторских геоботанических описаний луговых сообществ юга Сахалина. Исследования проводили маршрутным методом в июле и августе 2022 г. На рис. 1 представлена карта-схема точек, в которых проводились геоботанические исследования. Сбор полевых материалов основывался на общих методических руководствах [Полевая геоботаника, 1959–1972]. Исследования флористического состава, проективного покрытия,

высоты травостоя проводились на пробных площадях размером 100 м^2 , при выборе которых требовалось охватить типичные луговые сообщества; оценить сообщества, расположенные на разных элементах рельефа, в разных условиях микроклимата; соблности однородности состава внутри участков. При работе применялось глазомерное определение высоты травостоя, проективного покрытия и процентного содержания видов растений на выбранной площадке. Система латинских названий видов сосудистых растений основывается на сводке С. К. Черепанова [Черепанов, 1995].

База данных геоботанических описаний создана в программе IBIS 7.2 [Зверев, 2020], в ней же выполнен фитоиндикационный анализ и рассчитана матрица сходства описаний с использованием количественного индекса Брея – Кёртиса [Bray, Curtis, 1957] для кластерного анализа. Проверка на нормальность

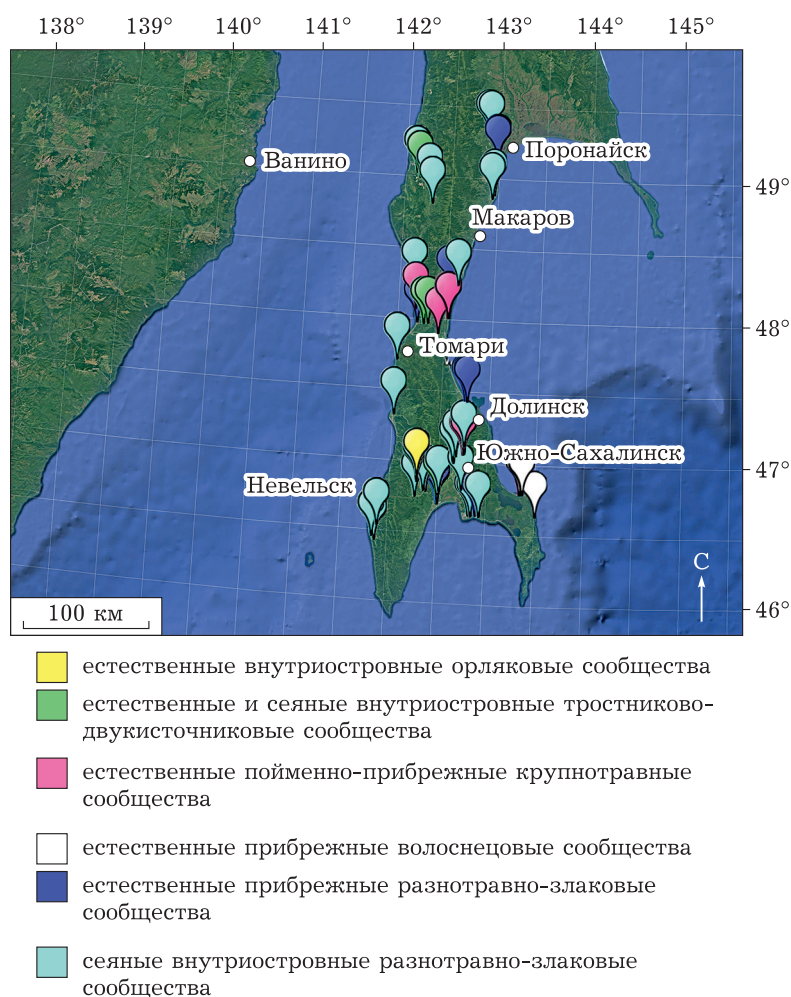


Рис. 1. Карта-схема точек исследования

распределений частных выборок фитоиндикационных статусов описаний по типам лугов проводилась в программе Statsoft Statistica 12.0 по критериям Колмогорова – Смирнова (с поправкой Лиллиефорса) и Шапиро – Уилка. Статистическая значимость соответствия нормальному закону для всех использованных в анализе частных выборок подтверждена на уровне не менее 0,05, что позволило далее применить параметрический линейный корреляционный анализ и регрессию по линейной модели. Это было выполнено в программе MS Excel 2013 при построении графиков распределения описаний экологических факторов. Результаты иерархического кластерного анализа (Statsoft Statistica, метод связывания WPGMA) послужили основой проведения классификации луговой растительности. Так как целью работы было не только рассмотреть луговую растительность в совокупности, но и выявить закономерности внутри каждой группы, были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона. В тех случаях, когда коэффициент детерминации R^2 был более 0,4, линия линейной регрессии добавлялась на график.

В шкале, разработанной И. А. Цаценкиным с соавт. [Цаценкин и др., 1978], за основу взята реакция растений на изменения экологических условий при совместном их произрастании в растительных сообществах. Данная реакция выражается в изменении обилия каждой ценопопуляции растения или ее локуса по мере увеличения или уменьшения показателей фактора. При помощи этой шкалы можно провести экологическую оценку по ряду факторов: высотность, активное богатство и засоленность почвы, увлажнение почвы, степень пастбищной дигрессии. Преимуществом шкал И. А. Цаценкина перед другими фитоиндикационными системами является то, что они разработаны для оценки территорий Сибири и Дальнего Востока (в отличие, например, от шкал Л. Г. Раменского, разработанных для Восточно-Европейской равнины [Раменский и др., 1956], или Х. Элленберга, работавшего в Центральной Европе [Ellenberg, 1991]). Так как шкала высотности применима только для горных типов кормовых угодий, нами была проведена оценка остальных трех факторов.

С помощью шкал Д. Н. Цыганова [Цыганов, 1983] можно отследить различия климатиче-

ских и почвенных условий фитоценозов, отражающихся в диапазоне балловых оценок для каждой географической точки. Методика включает в себя климатические шкалы (термоклиматическая, континентальности климата, аридности–гумидности, суровости зимнего периода) и эдафические (увлажнение почв, солевой режим почв, кислотность почв, богатство почв азотом, переменность увлажнения почв, освещенность–затенение). Преимуществом шкал Д. Н. Цыганова является то, что они наиболее полно охватывают спектр экологических факторов и применимы для зон темнохвойных лесов. Мы выбрали четыре фактора: общий терморегим климата, гумидность климата, богатство почв азотом и кислотность почв. Расчет средних экологических статусов проведен с помощью двойного взвешенного усреднения [Зверев, 2020].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно [Степанова, 1961], что сахалинские луга занимают подчиненное положение среди растительности Сахалина, а их особенностью является то, что они не образуют крупных массивов естественным путем. Однако с развитием сельского хозяйства и, в частности, собственного животноводства на островной территории появилось большое количество сеяных лугов, которые составили основной массив полученных данных.

Согласно кластерному анализу, луговые фитоценозы можно классифицировать следующим образом:

1. *Естественные и сеяные внутриостровные тростниководзукисточниковые сообщества.* Могут быть разнотравно-дзукисточниковыми и разнотравно-дзукисточниковыми. Доминантный вид в этой группе фитоценозов – *Phalaroides arundinacea*, доля участия которого в травостое 50–95 %. Эти луга в большинстве случаев сеяные и используются сельскохозяйственными предприятиями как пастбища и сенокосы. Также в травостоях часто встречаются *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Alopecurus pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Artemisia vulgaris*, *Fimbripetalum radians*, *Ranunculus acris*. В понижениях рельефа отмечены *Reynoutria sachalinensis*, *Filipendula camtschatica*, *Calamagrostis langsdorffii*. Вы-

сота травостоя сеяных сообществ от 100 до 180 см, естественных лугов – 50–80 см. Проективное покрытие 80–100 %.

2. *Сеяные внутриостровные разнотравно-злаковые сообщества.* К этой группе можно отнести сеяные злаково-разнотравные, разнотравные и разнотравно-злаковые фитоценозы. Отличаются от первой группы тем, что *Phalaroides arundinacea* отсутствует либо представлен в небольшом обилии. К доминантным видам относятся *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*, *Agrostis tenuis*, *Ranunculus acris*, *Alopecurus pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Amoria repens*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Bromopsis inermis*. Как и первая группа, эти сообщества используются как пастбища и сенокосы. Средняя высота травостоя 70–90 см, на стреланных лугах – 10–15 см, высота генеративных побегов может достигать 150–200 см. Проективное покрытие 80–100 %.

3. *Естественные прибрежные разнотравно-злаковые сообщества.* Расположены на небольшом удалении от морского берега (1–3 км), в редких случаях непосредственно на побережье. Доминантные виды: *Calamagrostis langsdorffii*, *Sanguisorba tenuifolia*, *Dactylis glomerata*, *Carex cryptocarpa*, *Hemerocallis middendorffii*, *Pleurospermum uralense*, *Phragmites australis*. Средняя высота травостоя 60–90 см, в сообществах с большим содержанием *Calamagrostis langsdorffii* и *Phragmites australis* средняя высота травостоя достигает 150 см. Проективное покрытие 80–100 %, однако встречаются сообщества с покрытием 40–60 %.

4. *Естественные пойменно-прибрежные крупнотравные сообщества.* Эта группа включает в себя пойменные сообщества, а также переходные фитоценозы от пойменных к прибрежным волоснецовым. Пойменные фитоценозы представлены видами *Petasites amplus*, *Reynoutria sachalinensis*, *Filipendula camtschatica*. Для побережий характерны *Ligusticum scoticum*, *Angelica ursina*, *Artemisia vulgaris*. Помимо крупнотравных видов, встречаются *Amoria repens*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*, *Fimbripetalum radians*, *Poa pratensis*, *Stellaria longifolia*, *Taraxacum officinale*, *Ranunculus acris*, *Carex cryptocarpa*, *Equisetum arvense*, *Agrostis tenuis*, *Poa palustris*. Высота травостоя на таких лугах неравномерна. *Petasites amplus*, *Reynoutria sachalinensis*, *Filipendula camtschatica*,

Ligusticum scoticum, *Angelica ursina* вырастают до 2,5–3 м, иногда до 4 м. Остальные растения имеют высоту 60–80 см.

5. *Естественные прибрежные волоснецовые сообщества.* Маловидовые сообщества, развитые на песках и тянущиеся вдоль моря узкой полосой по всем побережьям (западному со стороны Татарского пролива, восточному со стороны Охотского моря, в том числе в заливах Терпения и Мордвинова). Доминантный вид – *Leymus mollis*, реже встречаются *Artemisia vulgaris*, *Artemisia littoralis*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Lathyrus japonicus*, *Carex macrocephala*. Высота травостоя до 120 см, проективное покрытие 30–50 %.

6. *Естественные внутриостровные орляковые сообщества.* Крайне редко встречающиеся фитоценозы с доминантным видом *Pteridium aquilinum*. Высота травостоя более 100 см, проективное покрытие 100 %.

7. *Естественное внутриостровное полынное сообщество.* Единственный фитоценоз с доминантным видом *Artemisia vulgaris* находится в промежуточном кластере между группами сеяных лугов (тростниководвуклосточниковых и разнотравно-злаковых сообществ). Высота травостоя в этом сообществе 100 см, проективное покрытие 100 %.

Климатические условия произрастания луговых фитоценозов юга Сахалина, согласно шкалам терморегима и аридности – гумидности климата [Цыганов, 1983], характеризуются как суббореальные (редко бореальные и неморальные) субаридные и субгумидные, что показано на графике рис. 2. Для удобства восприятия на рис. 2, б и в вынесены отдельно сеяные и естественные луга.

На рисунке видно, что только естественные пойменно-прибрежные крупнотравные сообщества показали линейную зависимость по климатическому режиму. Также обращает на себя внимание высокая скученность точек. Особенно это верно в отношении кормовых угодий: группы внутриостровных сеяных разнотравно-злаковых и тростниководвуклосточниковых лугов, которые группируются вместе и демонстрируют условия суббореального и неморального климата. Естественные луговые сообщества отображают немного более широкий климатический диапазон: бореальный, суббореальный и неморальный климат с субаридными и субгумидными условиями.

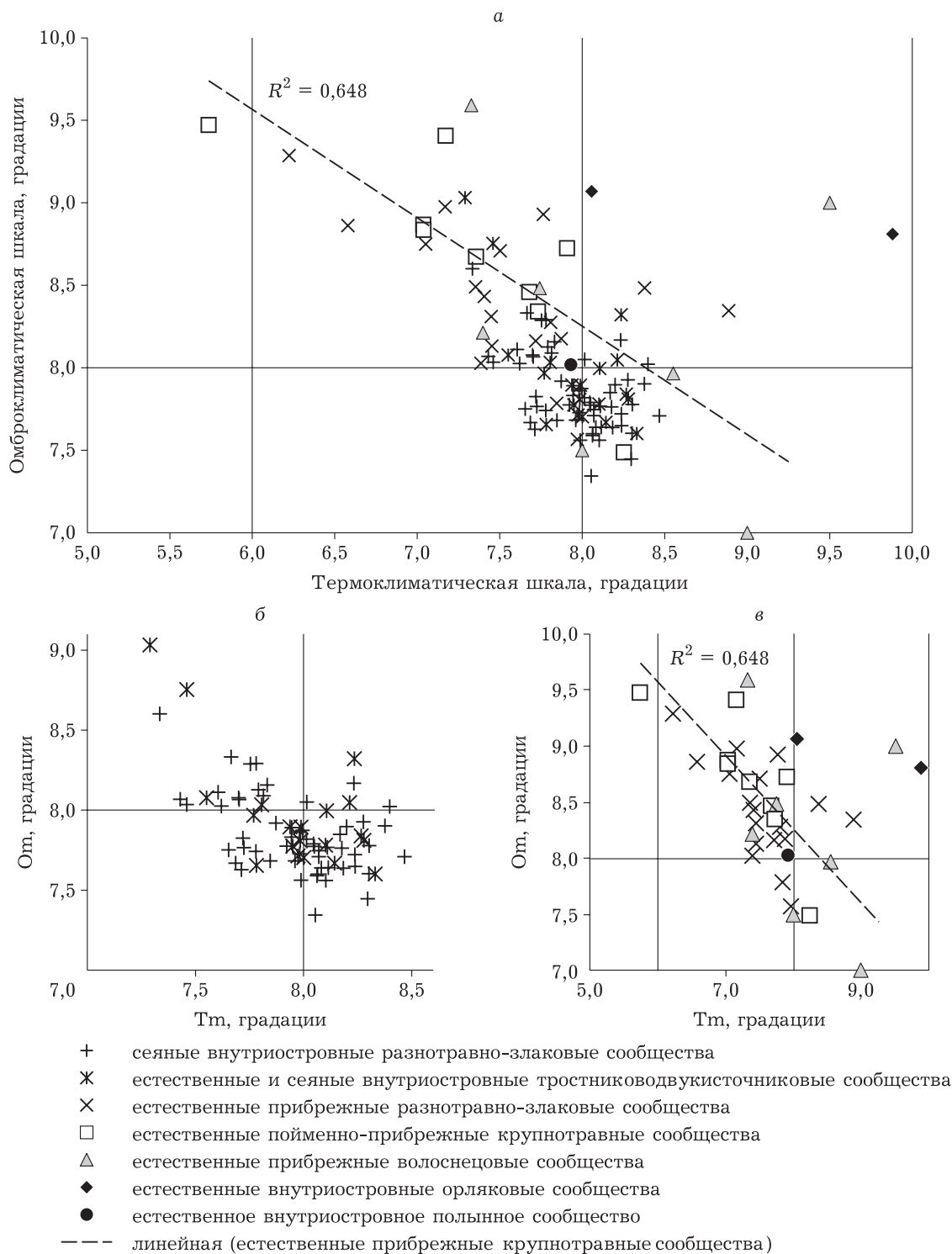


Рис. 2. Общий климатический режим произрастания луговых фитоценозов согласно шкале Д. Н. Цыганова [1983]: а – все луговые сообщества, б – кормовые сеяные луга (тростниководвуклосточниковые и разнотравно-злаковые сообщества), в – естественные сообщества.

Сплошными черными линиями обозначены границы режимов местообитаний лугов. Штриховая линия показывает линейную регрессию естественных пойменно-прибрежных крупнотравных сообществ. Терморегим климата: 4–6 – бореальный, 6–8 – суббореальный, 8–10 – неморальный. Омброклиматическая шкала: 6–8 – субаридный, 8–10 – субгумидный

Необходимо помнить, что применительно к луговым сообществам не проводится оценка ни общего температурного довольствия (T_m), обусловленного климатом, ни непосредственно аридности и гумидности (O_m) – все это лишь оценка теплообеспеченности и оценка влажности/испаряемости как свойств конкретного местообитания. Данные свойства опосредованы рельефом, гидрологией, биотическими параметрами растительного покрова, удаленностью от океана.

Неоднородность климата о. Сахалин известна по литературным данным [Агроклиматические ресурсы..., 1973]. По многолетним измерениям разница между среднегодовыми температурами самого теплого (г. Невельск) и самого холодного (г. Поронайск) районов в границах нашего исследования составляет 4,5 °С. При этом в январе разница в температурах воздуха достигает 8,5 °С, а в августе – всего 2,6 °С [Архив погоды, 2023]. Причиной такого разнообразия климатических условий становятся влияние холодных и теплых течений окружающих морей и проливов, сложный горный рельеф и действие муссона умеренных широт. Большое охлаждающее влияние на юго-восточное побережье оказывает холодное Охотское море, в котором даже в июле встречаются плавающие льды. Климат юго-западного побережья смягчает ветвь теплого Цусимского течения Японского моря. Горные хребты, вытянутые вдоль обоих побережий, усиливают климатическую разницу. Существенное влияние на термический режим оказывают ветры: Тымь-Поронайская низменность подвержена непосредственному влиянию ветров, из-за чего там наблюдаются самые низкие зимние температуры не только в рамках нашего района исследования, но и на всем острове [Агроклиматические ресурсы..., 1973]. Влияние всех этих факторов находит отражение в терморежиме острова.

Весь омброклиматический диапазон по шкалам Д. Н. Цыганова характеризуется количеством осадков (с вычетом испарения) 0–400 мм в год [Цыганов, 1983]. Согласно монографии А. И. Земцовой [1968], на юге Сахалина в год выпадает 400–800 мм осадков, в горных районах – до 1200 мм в год, при этом испарение в южной части острова составляет около 400 мм в год. Таким образом, наши исследования, не включающие в себя терри-

тории горных районов, полностью подтвердили литературные данные.

Важной составляющей экологической оценки является оценка эдафических условий, которые были рассчитаны с использованием шкал И. А. Цаценкина (увлажнение и богатство почв) и Д. Н. Цыганова (кислотность и богатство азотом).

Согласно оценке эдафических условий по шкале активного богатства и засоленности почв [Цаценкин и др., 1978], почвы относятся к довольно богатым (мезоэвтрофным) (рис. 3). Согласно автору, реакция среды у мезотрофных и мезоэвтрофных почв обычно находится в пределах от слабокислой до нейтральной с pH 5,5–7,5, что не соответствует литературным данным о высокой кислотности сахалинских почв [Ивлев, 1977]. Однако необходимо отметить, что эта шкала не направлена на определение уровня pH почвы по растениям-индикаторам, а следовательно, необходимо учитывать другие критерии оценки богатства почвы. Можно сделать вывод о высоком содержании элементов питания луговых трав и низкой засоленности почв, даже на прибрежных территориях. Линейная зависимость продемонстрирована естественными прибрежными волоснецовыми сообществами.

По увлажнению местообитаний можно выделить несколько групп. Ряд естественных прибрежных волоснецовых лугов относится к ступени сухолугового увлажнения, включая свежелуговое. Этим условиям соответствуют естественные полынно-волоснецовые и волоснецовые луга песчаных морских побережий. На таких местоположениях почвы в целом обеспечены влагой, хотя в отдельные годы ее нехватка может ощущаться. Несмотря на невозможность развития сельского хозяйства на этих территориях, прибрежные волоснецовые луга используются в качестве пастбищ для крупного рогатого скота, так как *Leymus mollis* является хорошим кормовым злаком [Цвелев, 1976]. Подавляющее большинство лугов развито во влажно-луговых условиях, включая сыроватолуговые. Такие условия встречаются в слабодренированных равнинах лесной зоны и на повышенных частях пойм этой зоны, в южных зонах по средним уровням пойм рек, на длительно затопляемых территориях. Весной и в дождливые периоды возможно перенасыщение почвы

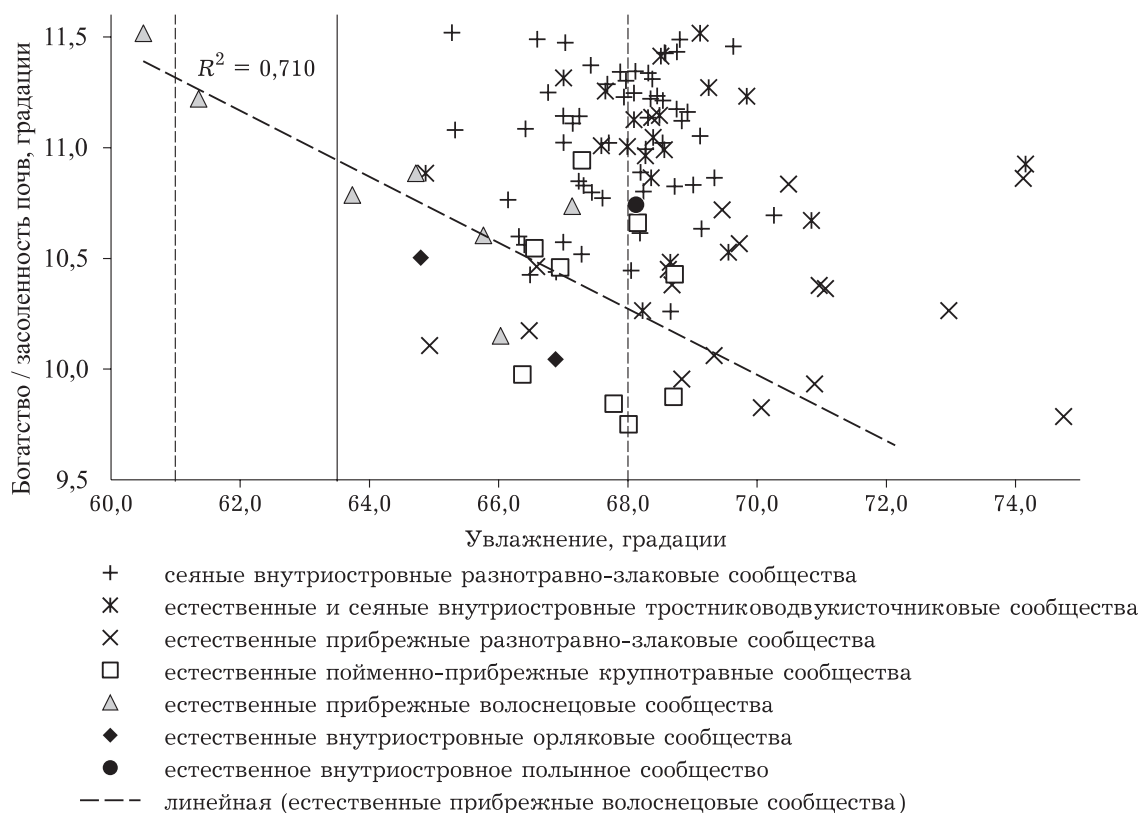


Рис. 3. Эдафические условия произрастания луговой растительности в южной части Сахалина.

Сплошными линиями обозначены границы групп местообитаний лугов, пунктирными – подгрупп. Штриховая линия показывает линейную регрессию естественных прибрежных волоснецовых лугов. Увлажнение почв: 53–63 – сухолуговое (61–63 свежелуговое), 64–76 – влажнолуговое (68–76 сыроватолуговое). Богатство/засоленность почв: 7–9 – небогатые, 10–13 – довольно богатые

влажностью. Как правило, почвы в таких местообитаниях тяжелого механического состава. Это лучшие местообитания луговых трав; хорошие результаты дает здесь и возделывание кормовых культур, но в некоторые годы они страдают от избытка влаги и нуждаются в легкой осушке [Цаценкин и др., 1978; Цыганов, 1983]. На почвах с наибольшим увлажнением (выше ступени 70) встречаются некоторые естественные прибрежные разнотравно-злаковые сообщества и несколько внутриостровных сеяных тростниководвукисточниковых и разнотравно-злаковых лугов. Все они находятся в поймах, долинах и других понижениях рельефа.

Кислотность почв и их богатство азотом были рассчитаны по шкалам Д. Н. Цыганова (рис. 4).

Из графика шкал кислотности почв и их богатства азотом можно сделать следующие выводы: большинство исследованных фитоценозов развито на слабокислых почвах, что согласуется с данными, полученными по шка-

ле активного богатства, но плохо согласуется с литературными данными о высокой кислотности сахалинских почв [Ивлев, 1977; Самутенко, 2022]. Сеяные и естественные луга, состоящие из злаков и разнотравья, не нуждаются в большом количестве почвенного азота и растут на бедных и достаточно обеспеченных азотом почвах. При этом они показали достаточно явно выраженную линейную регрессию. Для пойменных крупнотравных лугов предпочтительными являются кислые и слабокислые почвы с высоким содержанием азота.

По шкале пастбищной дигрессии [Цаценкин и др., 1978] (рис. 5) все луга относятся к ступеням слабого и очень слабого влияния выпаса. Больше всего выпас сказывается на растительности внутриостровных сеяных разнотравно-злаковых сообществ (напомним, к ним также могут относиться сеяные злаковые и злаково-разнотравные луга с отсутствием или невысоким содержанием *Phala-*

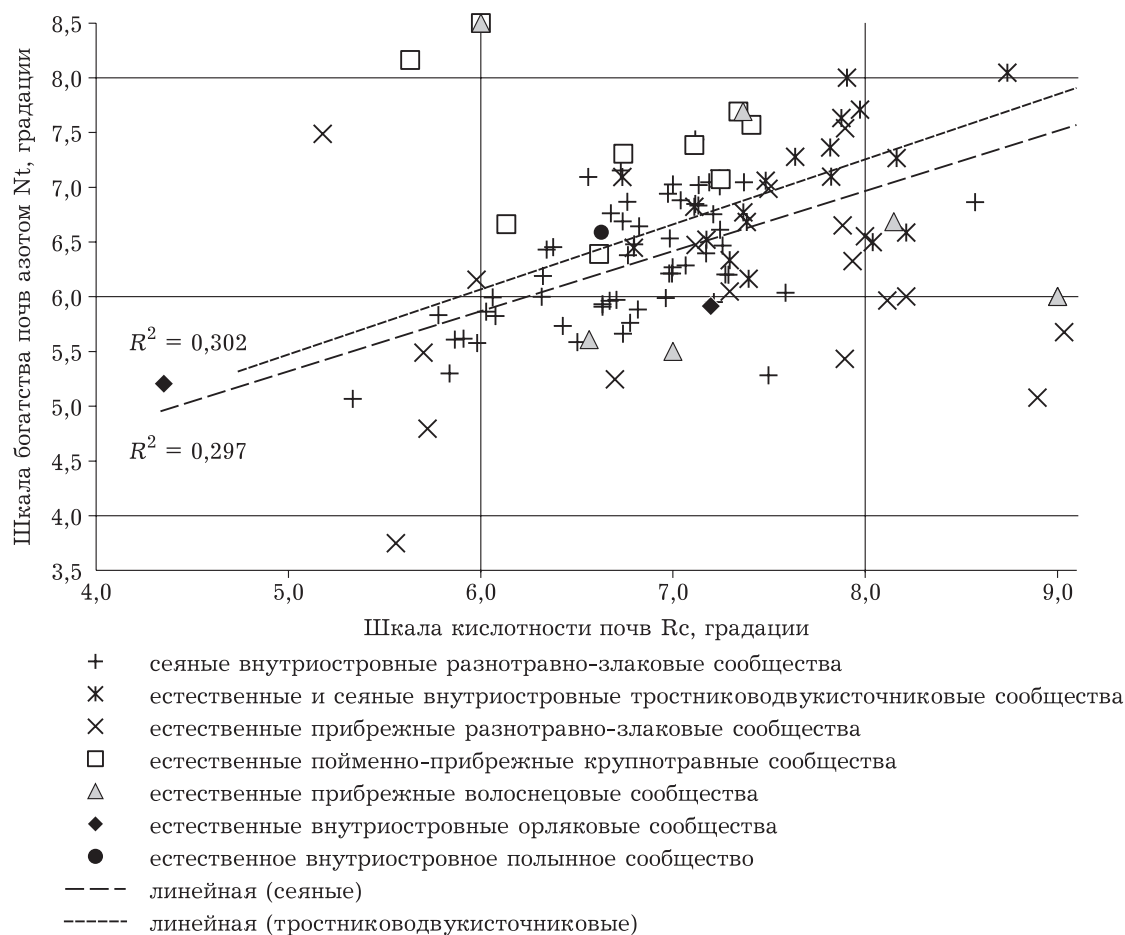


Рис. 4. Эдафические условия (кислотность почв и богатство азотом) произрастания луговой растительности в южной части Сахалина.

Сплошными линиями обозначены границы режимов местообитаний лугов. Штриховой линией показана линейная регрессия сеяных внутриостровных разнотравно-злаковых лугов, пунктиром – естественных и сеяных внутриостровных тростниководвукисточниковых сообществ. Кислотность почв: 4–6 – кислых почв, 6–8 – слабокислых почв, 8–10 – нейтральных почв. Богатство почв азотом: 2–4 – очень бедные, 4–6 – бедные, 6–8 – достаточно обеспеченные, 8–10 – богатые

roides arundinacea). Чуть менее влияние выпаса отражают внутриостровные тростниководвукисточниковые сообщества. Эти два типа луговых сообществ показали статистически значимую зависимость после проведения линейного регрессионного анализа. Менее всего выпас скота сказывается на естественных прибрежных волоснецовых лугах.

По графику на рис. 5 заметно, что степень влияния выпаса проявляется ярче по мере увеличения богатства почв, особенно это верно в случае сеяных фитоценозов, на которых осуществляется сенокосение и выпас скота. Впрочем, в большинстве случаев отмечено слабое влияние выпаса, на остальных лугах – очень слабое. Большинство есте-

ственных прибрежных разнотравно-злаковых, волоснецовых, крупнотравных лугов находится на одном уровне по шкале пастбищной дигрессии (очень слабое влияние) независимо от богатства почв.

Очевидно, что на составе фитоценозов совершенно не сказывается влияние сельскохозяйственного использования, несмотря на то что авторами отмечался выпас скота и сенокосение на многих исследованных территориях. При этом, согласно И. А. Цаценкину [1978], оценка сеяных лугов по шкале пастбищной дигрессии показателями менее трех баллов может свидетельствовать о том, что сенокосение проводится позже оптимальных сроков и отава используется слабо. Данное наблюдение

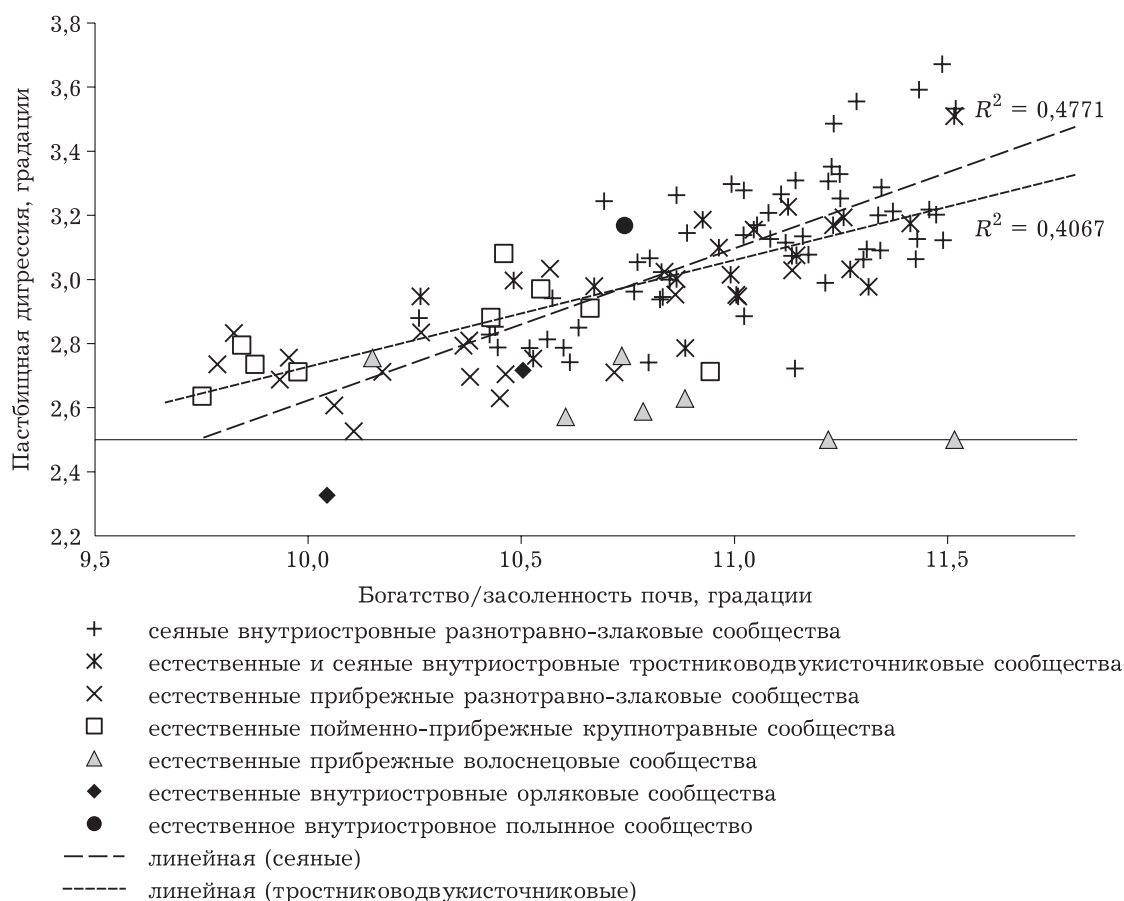


Рис. 5. Степень пастбищной дигрессии на лугах юга Сахалина.

Сплошной линией обозначена граница групп местообитаний лугов. Штриховой линией показана линейная регрессия внутриостровных сеяных разнотравно-злаковых лугов, пунктиром – естественных и сеяных внутриостровных тростниководвукисточниковых сообществ. Пастбищная дигрессия: 1–2 – влияние выпаса не сказывается или очень слабое, 3–4 – слабое влияние выпаса (сенокосная стадия). Богатство/засоленность почв: 7–9 – небогатые, 10–13 – довольно богатые

подтверждает проблему, на которую неоднократно пытались обратить внимание представителей сельскохозяйственных предприятий Сахалина на различных конференциях, а также в научных публикациях [Кузнецов, 2022]. Действительно, из-за климатических особенностей сроки сенокосения регулярно нарушаются, вследствие чего заготавливаемые корма существенно теряют в качестве. Таким образом, необходимо тщательное сельскохозяйственное обследование этих лугов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы луговые сообщества южной части о. Сахалин были охарактеризованы при помощи фитоиндикационных шкал Д. Н. Цыганова и И. А. Цаценкина. Климат

определен преимущественно как суббореальный и неморальный, с профицитом осадков. Определено, что сахалинские луга относятся к среднеувлажненным с господством эумезофитов и, реже, ксеромезофитов. Известно, что мезофиты отражают оптимальные условия для произрастания луговых трав, за исключением особо влажных периодов. Почвы, даже на морских побережьях, незасоленные, довольно богатые питательными элементами и при этом бедные либо достаточно обеспеченные азотом. Согласно расчетам, почвы под лугами в основном слабокислые, что лишь отчасти соответствует известным данным. Что касается сельскохозяйственного использования лугов в качестве пастбищ и сенокосов, то на составе фитоценозов оно почти не сказывается, однако низкие показатели по шкале

пастбищной дигрессии могут оказаться признаком нарушения сроков сенокосения. Обнаруженной особенностью сахалинских луговых сообществ оказалось то, что различные группы лугов, разные по местоположению и видовому составу, отображают очень схожие условия обитания.

ЛИТЕРАТУРА

- Агроклиматические ресурсы Сахалинской области // отв. ред. А. И. Худякова. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 103 с.
- Архив погоды. 2023. URL: https://rp5.ru/Архив_погоды (дата обращения: 17.08.2023).
- Баркалов В. Ю., Колдаева М. Н., Корзников К. А., Таран А. А. Сосудистые растения памятника природы “Гора Вайда” (Сахалин) // Комаровские чтения. 2019. № 67. С. 14–53. doi: 10.25221/kl.67.2
- Богатов В. В., Питч Т. У., Стороженко С. Ю., Баркалов В. Ю., Лелей А. С., Холин С. К., Крестов П. В., Костенко В. А., Макаренченко Е. А., Прозорова Л. А., Шедько С. В. Особенности формирования наземной и пресноводной биоты острова Сахалин // Вестн. ДВО РАН. 2006. Т. 2, № 126. С. 32–47.
- Зверев А. А. Методические аспекты применения фитоиндикационного анализа в изучении биоразнообразия // Сиб. экол. журн. 2020. Т. 27, № 4. С. 401–415 [Zverev A. A. Methodological aspects of using indicator values in biodiversity analysis // Contemporary Problems of Ecology. 2020. Vol. 13, N 4. P. 321–332]. doi: 10.1134/S1995425520040125
- Земцова А. И. Климат Сахалина. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 197 с.
- Ивлев А. М. Особенности генезиса и биогеохимии почв Сахалина. М.: Наука, 1977. 142 с.
- Корзников К. А., Попова К. Б. Растительные сообщества отвалов угледобычи на юге о. Сахалин // Бюл. Бот. сада-института ДВО РАН. 2019. Вып. 21. С. 28–38. doi: 10.17581/bbgi2103
- Крестов П. В., Корзников К. А., Кислов Д. Е. Коренные изменения наземных экосистем в России в XXI веке // Вестн. РАН. 2020. Т. 90, № 6. С. 514–521. doi: 10.31857/S0869587320060067 [Krestov P. V., Korznikov K. A., Kislov D. E. Profound changes in terrestrial ecosystems in Russia in the 21st century // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2020. Vol. 90, N 3. P. 291–297. doi: 10.1134/S1019331620030090].
- Кузнецов В. М. Кормовые средства в рационах крупного рогатого скота Сахалинской области. Чебоксары: ООО “Издательский дом “Среда”, 2022. 300 с.
- Полевая геоботаника. М.; Л., 1959–1972. Т. 1–4.
- Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
- Раменский Л. Г., Цаценкин И. И., Чижииков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
- Сабирова Н. Д., Сабиров Р. Н. Флора сосудистых растений памятника природы “Река Анна” (остров Сахалин) // Вестн. Сахалин. музея. 2020. № 4 (33). С. 45–62.
- Сабирова Н. Д., Сабиров Р. Н. Новые виды рода *Potentilla* (Rosaceae) для флоры острова Сахалин // Бот. журн. 2021. Т. 106, № 10. С. 1024–1026. doi: 10.31857/S0006813621100094
- Самутенко Л. В. Итоги долготлетних наблюдений за агрофизическими параметрами аллювиальной луговой почвы острова Сахалин // Вестн. ДВО РАН. 2022. № 5 (225). С. 111–122. doi: 10.37102/0869-7698_2022_225_05_9
- Селедец В. П., Пробатова Н. С. Экология ценопопуляций адвентивного злака *Phleum pratense* L. на юге Сахалина (Дальний Восток, Россия) // Биота и среда природных территорий. 2022. Т. 10, № 1. С. 50–68. doi: 10.37102/2782-1978_2022_1_3
- Степанова К. Д. Луга острова Сахалина и вопросы их улучшения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 100 с.
- Цаценкин И. А., Савченко И. В., Дмитриева С. И. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий тундровой и лесной зон Сибири и Дальнего Востока по растительному покрову. М.: ВНИИК им. В. Р. Вильямса, 1978. 302 с.
- Цвелев Н. Н. Род 26. Колосняк – *Leymus* Hochst. // Злаки СССР. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. С. 176–189.
- Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 195 с.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
- Чувиллина В. А., Пархатова О. С. Влияние сроков посева на кормовую и зерновую продуктивность ячменя в условиях острова Сахалин // Вестн. ДВО РАН. 2021. № 3 (217). С. 119–123. doi: 10.37102/0869-7698_2021_217_03_19
- Bray J. R., Curtis J. T. An ordination of the upland forest of the Southern Wisconsin // Ecol. Monogr. 1957. Vol. 27, N 4. P. 325–349.
- Čarni A., Čonč Š., Breg Valjavec M. Landform-vegetation units in karstic depressions (dolines) evaluated by indicator plant species and Ellenberg indicator values // Ecol. Indic. 2022. Vol. 135. Article number 108572. doi: 10.1016/j.ecolind.2022.108572
- Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne Rubus) // Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V. et al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica. Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co, 1991. Vol. 18. P. 9–166.
- Juan W., Junjie L., Chao L., Xiaoyu D., Yong W. Species niche and interspecific associations alter flora structure along a fertilization gradient in an alpine meadow of Tianshan Mountain, Xinjiang // Ecol. Indic. 2023. Vol. 147. Article number 109953. doi: 10.1016/j.ecolind.2023.109953
- Khapugin A. A. Environment Status Estimation of the Forest Communities Based on Floristic Surveys in the Mordovia State Nature Reserve, Russia // Forests. 2021. Vol. 12, N 11. Article number 1475. doi: 10.3390/f12111475
- Korzniakov K. A., Petrenko T. Ya., Dziziurova V. D. Is the Japanese walnut (*Juglans ailantifolia*, Juglandaceae) native to Sakhalin Island? // Botanica Pacifica: J. Plant Sci. and Conservat. 2022. Vol. 11, N 1. P. 173–175. doi: 10.17581/bp.2022.11112
- Liu M., Ma Y., Liu C., Yang C. L. The contribution of common and rare species to species abundance patterns in alpine meadows: The effect of elevation gradients // Ecol. Inform. 2023. Vol. 75. Article number 102114. doi: 10.1016/j.ecoinf.2023.102114

- Lozhnikova O. O. Adventive component flora of the southern part of Sakhalin Island // IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Sci. 2021. Vol. 946. Article number 012041. doi: 10.1088/1755-1315/946/1/012041
- Raduła M. W., Szymura T. H., Szymura M., Swacha G. Macroecological drivers of vascular plant species composition in semi-natural grasslands: A regional study from Lower Silesia (Poland) // Sci. Total Environment. 2022. Vol. 833. Article number 155151. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155151
- Rozhkova-Timina I. O., Reshetnikova E. D. Cultivation of Legume and Gramineous Grass Mixtures for Use on Hayfields and Pastures of Southern Sakhalin // IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Sci. 2022. Vol. 1112. Article number 012060. doi: 10.1088/1755-1315/1112/1/012060
- Samutenko L. V. The influence of varieties of sideral crops and their combinations on the structural state of meadow-turf soil of Sakhalin Island // Process management and scientific developments. United Kingdom, 2021. P. 147–153. doi: 10.34660/INF.2021.11.27.024
- Sperlea T., Heider D., Hattab G. A theoretical basis for bioindication in complex ecosystems // Ecol. Indic. 2022. Vol. 140. Article number 109050. doi: 10.1016/j.ecolind.2022.109050
- Zolotova N., Ivanova N., Ivanova S. Global Overview of Modern Research Based on Ellenberg Indicator Values // Diversity. 2023. Vol. 15, N 14. doi: 10.3390/d15010014

Ecological assessment of meadow phytocenoses in the southern part of Sakhalin

I. O. ROZHKOVA-TIMINA^{1, 2}, A. A. ZVEREV^{3, 4}, L. F. SHEPELEVA³

¹*Sakhalin Research Institute of Agriculture – Branch of Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources 693022, Yuzhno-Sakhalinsk, Gorky ave., 22*

²*Sakhalin State University 693000, Yuzhno-Sakhalinsk, Kommunisticheskiy ave., 33 E-mail: inna.timina@mail.ru*

³*Tomsk State University 634050, Tomsk, Lenin ave, 36*

⁴*Central Siberian Botanical Garden of SB RAS 630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101*

Sakhalin meadow communities are an important component of the vegetation cover of the Far East. The use of phytoindication scales is a possible way to understand the ecology of meadow vegetation. The material of the study was 113 geobotanical descriptions of meadow communities in the southern part of Sakhalin. A similarity matrix of descriptions was calculated by using the quantitative Bray – Curtis index for cluster analysis with the subsequent classification of meadow communities. For the first time, an ecological assessment of meadow vegetation in the southern part of Sakhalin Island was carried out using the scales of I. A. Tsatsenkin and D. N. Tsyganov. As a result of the work, the following meadow communities were identified: *Phalaroides arundinacea* meadows, seeded forb-grass meadows, coastal forb-grass meadows, floodplain-coastal tall grass meadows, *Leymus mollis* meadows, *Aquilinum pteridium* meadows, an *Artemisia* meadow. It was determined that the meadow communities of the southern Sakhalin are classified as moderately humid with the dominance of eumesophytes and xeromesophytes. Soils, even on the sea coasts, are non-saline, quite rich in nutrients and, at the same time, poor or sufficiently supplied with nitrogen. According to the calculations, the soils under the meadows are acidic and slightly acidic. The climate was defined as subboreal, with a surplus of precipitation. As for the agricultural use of meadows as pastures and hayfields, it has almost no effect on the composition of phytocenoses, however, low indicators on the scale of pasture digression may be a sign of violation of haymaking terms. The discovered feature of the Sakhalin meadow communities is that groups of meadows different in location and species composition, display very similar habitat conditions.

Key words: ecological scales, meadow, phytoindication, Sakhalin, vegetation.