

Том
Volume

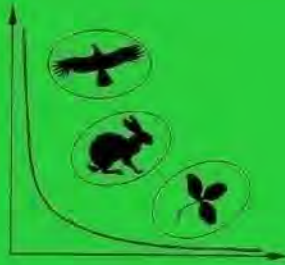
8

Номер
Number

1

Март
March

2024



ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**ЭКОСИСТЕМЫ:
ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА
ECOSYSTEMS:
ECOLOGY AND DYNAMICS**

Журнал освещает результаты фундаментальных исследований и прикладных работ по изучению состояния, закономерностей процессов и динамики в природных, антропогенно созданных и/или антропогенно нарушенных экосистемах любого ранга (от биотопа до биосферы), а также в отдельных компонентах этих экосистем (как живых, так и неживых) повсеместно: во всех природных зонах и ландшафтах, на суше и в водной стихии. Статьи соответствующей тематики принимаются по следующим научным направлениям: география, биология, лесное и сельское хозяйство.

The journal highlights the results of fundamental and applied investigations on the study of the state, processes and dynamics in natural, anthropogenic and/or anthropogenically disturbed ecosystems of any scale (beginning from biotope and up to biosphere) as well as in separate components of those ecosystems (alive and lifeless) everywhere: in all natural zones and landscapes, on land and in the water. Papers on the related topics submitted to the journal should be related to the following branches of science: geography, biology, forest and agricultural management.

МОСКВА
MOSCOW

2024

WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**ECOSYSTEMS:
ECOLOGY AND DYNAMICS**

Vol. 8, No. 1, 2024, March

Journal is founded in January 2017

Issued 4 times per year

Editor-in-Chief, Dr. geogr. Zh.V. Kuzmina

Editorial Council:

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.I. Danilov-Danilyan,
Corresponding member of the Russian Academy of Sciences A.N. Gelfan
Academician of the Russian Academy of Sciences K.N. Kulik,
Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.V. Melikhov

Editorial Board:

M.V. Bolgov, E.I. Golubeva, T.V. Dikariova, N.G. Mazey, N.M. Novikova,
G.N. Ogureeva, E.I. Pankova, S.A. Podolskiy, A.S. Viktorov, M.F. Vundtsettel,
L.G. Yemelyanova

Executive Secretary:

E.I. Tobolova

Head of Editorial Office:

O.S. Grinchenko

Addresses of Editorial Offices:

Russia, 119333 Moscow, Gubkina str., 3, WPI RAS

Tel.: (499) 135-70-41. Fax: (499) 135-54-15

E-mail: dynamics-journal@yandex.ru

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

MOSCOW

2024

© Журнал основан в 2017 г.

Учрежден и издается

Институтом водных проблем Российской академии наук.

Журнал как сетевое издание зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций;
Свидетельство о регистрации: ЭЛ № ФС 77-68782 от 17.02.2017.

Журнал зарегистрирован в Национальном центре ISSN Российской Федерации,
в Национальном информационно-аналитическом центре России – ВИНТИ,
а также в научных электронных библиотеках: РГБ (Российская государственная библиотека, rsl.ru), БЕН РАН (Библиотека по естественным наукам Российской академии наук), НЭБ, РИНЦ, КИБЕРЛЕНИНКА, Российская книжная палата.

The journal has been founded in 2017.

It was founded and published by the

Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences.

The Journal is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (in Roskomnadzor) as a web Media;
Certification Number is ЭЛ № ФС 77-68782 of 17.02.2017.

The Journal is registered in National centre ISSN of Russian Federation,
All-Russian Institute for Scientific and Technical Information (VINITI),
and also in scientific electron libraries, such as RSL (Russian State Library, rsl.ru), Library of Natural Sciences of RAS, National Electronic Library, Elibrary, Science Index, CYBERLENINKA, Russian Book Chamber.

Информация о журнале, правила для авторов располагаются на сайте

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

Information about Journal and Rules for authors are at the site

<http://www.ecosystemsdynamic.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Том 8, номер 1, 2024 март

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Современное состояние природных экосистем гидрогенных территорий Юго-Восточной Монголии на примере моднельных участков

[на русском; аннотация на русском и английском]

И.А. Петухов, А.В. Андреев, С. Хадбаатар, Е.В. Данжалова, С.Н. Бажа 5-50

Оценка интегральной техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне реки Лена [на русском; аннотация на русском и английском]

А.П. Белоусова, А.С. Оботуров, Е.Э. Руденко 51-85

Assessment of the Integral Industrial Impact on the Environment in the Lena River Basin [на английском; аннотация на английском и русском]

A.P. Belousova, A.S. Oboturov, E.E. Rudenko 86-118

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Распространение некоторых видов инвазийных растений на территории Талдомского городского округа Московской области

[на русском; аннотация на русском и английском]

А.В. Щербаков, О.С. Гринченко, В.В. Манохин 119-135

CONTENTS

Volume 8, Number 1, 2024 March

ASSESSMENT OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Current State of Natural Ecosystems of Hydrogenic Territories of Southeastern Mongolia on the Example of Key Sites

[in Russian; Abstract is available in Russian and English]

I.A. Petukhov, A.V. Andreev, S. Khadbaatar, E.V. Danzhalova, S.N. Bazha 5-50

Assessment of the Integral Industrial Impact on the environment in the Lena River Basin [in Russian; Abstract is available in Russian and English]

A.P. Belousova, A.S. Oboturov, E.E. Rudenko 51-85

Assessment of the Integral Industrial Impact on the Environment in the Lena River Basin [in English; Abstract is available in English and Russian]

A.P. Belousova, A.S. Oboturov, E.E. Rudenko 86-120

STRUCTURAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS AND PATTERNS OF THEIR DISTRIBUTION

Distribution of Some Invasive Plant Species in the Territory of the Taldomskiy Urban District, Moscow Region

[in Russian; Abstract is available in Russian and English]

A.V. Shcherbakov, O.S. Grinchenko, V.V. Manokhin 119-135

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 911.52

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ
ГИДРОГЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ МОНГОЛИИ
НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

© 2024 г. И.А. Петухов*, А.В. Андреев*, С. Хадбаатар**, Е.В. Данжалова*, С.Н. Бажа*

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский просп., д. 33. E-mail: tonexr@mail.ru

**Монгольский государственный университет образования
Монголия, 21064 89, Улан-Батор, ул. Бага-Тойруу, д. 14

Поступила в редакцию 23.01.2024. После доработки 30.01.2024. Принята к публикации 01.03.2024.

В соответствии с научной программой Совместной Российско-Монгольской Комплексной Биологической Экспедиции РАН и АНМ (СРМКБЭ) в 2023 г. было выполнено комплексное обследование природных наземных экосистем гидрогенных депрессий в границах пяти выбранных модельных участков на юго-востоке Монголии, а также проведены исследования почвенно-растительного покрова экосистем.

Определены тренды изменений гидроморфных и автоморфных экосистем, связанные с различиями топо-экологических условий (снижение абсолютных высот, усиление аридности) при движении с северо-востока на юго-запад. Дана общая (интегральная) экспертная оценка состояния различных типов экосистем в зависимости от характера и силы антропогенного воздействия. Основные результаты исследований отражены на крупномасштабных картах экосистем модельных полигонов, созданных в результате картографирования на актуальных аэрофотоснимках, полученных во время полевых исследований с помощью квадрокоптера.

Главным фактором развития и изменения луговых экосистем является характер увлажнения местообитаний, объём и степень минерализации поступающей влаги. Существенных зональных отличий между почвами и растительностью луговых и болотисто-луговых экосистем модельных участков с питанием преимущественно грунтовыми водами и временным обводнением водами озёр и небольших водотоков не отмечено. Особенностью луговых растительных сообществ в границах модельных участков является широкое распространение галофильных и галомезофильных видов в составе их травостоя.

Ключевые слова: гидрогенные депрессии, топо-экологические условия, гидроморфные экосистемы, крупномасштабное картографирование, антропогенная нарушенность, пастбищная дигрессия.

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-5-50

EDN: ABWFMB

Обследование гидроморфных и смежных с ними автоморфных экосистем в пределах гидрогенных ландшафтов (оазисов, природниковых и приозёрных депрессий) проводилось эколого-геоботаническим отрядом Совместной Российско-Монгольской Комплексной Биологической Экспедиции Российской академии наук и Академии наук Монголии (СРМКБЭ) в 2023 году на территории Сухэбаторского и Восточногобийского аймаков Монголии. Всего было обследовано 5 модельных участков (МУ), расположенных вблизи монголо-китайской государственной границы:

- 1) МУ «Бурдэнэбулаг» в сомоне Эрдэнэ Восточногобийского аймака (фото 1-6);
- 2) МУ «Бурт» (родники Онгон-Таван-Булаг) в сом. Онгон Сухэбатарского аймака;
- 3) МУ «Ганга» в сом. Дарьганга Сухэбатарского аймака;
- 4) МУ «Дарьганга» в южной части центра сом. Дарьганга Сухэбатарского аймака;
- 5) МУ «Баянгол» в сом. Онгон Сухэбатарского аймака.



Фото 1. Такыр (МУ «Бурдэнэбулаг»).

Photo 1. Takyr (“Burdenebulag” key plot).



Фото 2. Пески Далай элс (МУ «Бурдэнэбулаг»).

Photo 2. Dalay-els Sands (“Burdenebulag” key plot).



Фото 3. Саксаул на эоловых песках (МУ «Бурдэнэбулаг»).

Photo 3. *Haloxylon* growing in the aeolian sands (“Burdenebulag” key plot).



Фото 4. *Synomorium songaricum*¹ (МУ «Бурдэнэбулаг»).

Photo 4. *Synomorium songaricum* (“Burdenebulag” key plot).

¹ Латинские названия растений приведены по работе И.А. Губанова (1996).



Фото 5. Песчаные бугры, зарастающие селитрянкой (МУ «Бурдэнэбулаг»).
Photo 5. Sandy hillocks overgrowing with nitre bushes (“Burdenebulag” key plot).



Фото 6. Лошади на пастбище (МУ «Бурдэнэбулаг»).
Photo 6. Horses in the pasture (“Burdenebulag” key plot).

В среднем-позднем палеозое юг страны был покрыт водами океана Палеотетис. В это время заложилась линейно-блоковая структура земной коры Монголии, основные черты которой сохранились до сих пор (Геоморфология ..., 1982). На протяжении длительной геологической истории вплоть до палеогена территории на юго-востоке периодически были покрыты водами древних озёр, т.к. они находились в области озерно-речного осадконакопления, а в неогене это была преимущественно область сноса. Основными генетическими типами четвертичных отложений выступают насыщенный солями озёрно-хемогенный и элювиальный (Национальный ..., 1990).

Модельные участки сосредоточены в высоких равнинах юго-востока страны, в степной природной зоне. Все исследованные гидрогенные депрессии лежат в системе межгорных впадин и локальных краевых поднятий, часто в области тектонических разломов.

В настоящее время преобладающий тип макрорельефа юго-востока Монголии – это возвышенная равнина, поднятая тектоническими процессами на абсолютные высоты от 850 до 1300 м н.у.м. БС, с сохранившимися грядами низких денудированных гор и мелкосопочников, имеющих в районе исследований, как и межгорные прогибы, общие юго-западные уклон и простирание.

Об относительно недавней бурной геологической истории территории свидетельствуют конусы многочисленных потухших вулканов – например, вулканическое плато Дарьганга. В результате выветривания горных пород, элювиальных и эоловых процессов значительные равнинные территории опесчанены, есть крупные массивы полузакреплённых и развеваемых эоловых песков.

Песчаные массивы играют важнейшую роль в водном режиме гидрогенных депрессий. Вода после осадков и таяния снегов, фильтруясь и накапливаясь под песками, формирует запас пресных вод, которые в виде родников выходят на поверхность в понижениях рельефа, надёжно обеспечивая влагой развивающиеся здесь гидроморфные экосистемы.

На востоке смена широтных природных зон имеет субмеридиональный характер – с северо-запада на юго-восток, что во многом связано с влиянием муссонной циркуляции воздушных масс (Национальный ..., 1990). Однако в районе исследований аридизация климатических условий и, как следствие, природных экосистем приобретает направление с северо-востока на юго-запад вслед за общим уклоном местности и снижением абсолютных высот, подчиняясь законам высотной поясности, а в замкнутых депрессиях – котловинному эффекту.

Эти изменения подтверждаются климатическими данными (табл. 1) для окрестностей Дарьганга (модельные участки Ганга, Дарьганга, Бурт, Баянгол) и для расположенного в 280 км к юго-западу МУ Бурдэнэбулаг.

В целом по климатическому районированию страны считается, что Дарьганга находится в условиях с умеренно сухим прохладным летом и умеренно-суровой зимой, а Бурдэнэбулаг – с сухим тёплым летом и холодной зимой (Национальный ..., 1990).

Древние морские и озёрные пестроцветные отложения являются основным источником солей, гипса и иловато-пылеватого материала. Для гидрогенных депрессий характерно близкое залегание грунтовых вод, которые местами изливаются на поверхность в виде родников, поэтому в условиях здешнего аридного, континентального климата главным природным геохимическим процессом является соленакопление, связанное с концентрацией солей вследствие высокой испаряемости (Пустыни ..., 1986).

С высокой испаряемостью связано и современное сокращение площадей озёр на всей территории Монголии. По подсчётам монгольских учёных, проведённых в 2015 году по топографическим картам масштаба 1:100000, которые составлены по материалам аэрофотоснимков 1940-х гг., в стране насчитывалось 4296 озёр общей площадью водного зеркала 15514.7 км² (Third National Communication ..., 2018).

Таблица 1. Климат района исследований. **Table 1.** Climate in the study region.

Климатические показатели		Северо-восток (Дарьганга)	Юго-запад (Бурдэнэбулаг)
Суммарная солнечная радиация, кВт/ч на м ²		1400-1500	> 1500
Температура воздуха, °С	Среднегодовая	от 0 до +2	от +4 до +6
	Максимальная	+38	+41
	Минимальная	-37	-36
Количество дней в год	С максимальными температурами	20-30	40-50
	С минимальными температурами	10-20	≤ 10
	С температурами выше 10°С	120-150 (на МУ «Бурт» – более 150)	≥ 180
	Безморозный период	130-150	110-130
	Стабильный снежный покров	≈ 70	≈ 50
Среднегодовое количество осадков, мм		150-200	50-100

Данные, полученные со спутников LANDSAT ETM, TM и L8, показывают, что в 2015 году насчитывалось всего 3464 озера общей площадью 14312.6 км². Соответственно, с 1940-х гг. высохли 832 озера, а их общая площадь сократилась на 7.8% или на 1201.9 км².

Тенденция к сокращению площади поверхностных водоёмов отчётливо прослеживается на территориях обследованных модельных участков в гидрогенных депрессиях. Так, согласно данным материалов космической съёмки разных лет, топографических карт и свидетельств местных аратов, ещё недавно существовавшие здесь небольшие озёра полностью пересохли, а у более крупных, пополняемых водами многочисленных родников, площадь акватории заметно уменьшилась.

Исследования экосистем модельных участков проводились с конца июня до середины июля во время затянувшегося здесь засушливого весенне-летнего сезона. Зональная автоморфная растительность вследствие длительного сухого послезимнего периода не смогла восстановиться к началу летнего пастбищного сезона и набрать необходимую фитомассу, поэтому почти всё местное поголовье скота выпасалось на низинных природниковых и приозёрных луговых и солонцово-солончаковых пастбищах. Это привело не только к перегрузке угодий и их пасторальной деградации, но и к практически полному уничтожению генеративных частей поедаемых растений, результатом чего, как правило, становится обеднение биоразнообразия пастбищной растительности.

Отсутствие генеративных частей не позволило при проведении полевых исследований в полной мере оценить видовой состав растительных сообществ гидроморфных и примыкающих зональных сообществ.

Четыре из пяти модельных участка расположены в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ; Tserennyam, 2013), однако лишь в Национальном парке Дарьганга на огороженной территории вокруг оз. Ганга сохранились растительные сообщества, не затронутые пасторальной деградацией; в то же время за пределами ограждения пастбища были сильно сбиты. Растительный покров других ООПТ (государственные заказники Онгон-Таван-Булаг и Бурдэнэ-Булаг), на землях которых велись исследования гидрогенных экосистем, также был нарушен в результате чрезмерных пастбищных нагрузок, поскольку выпас на этих территориях ничем не ограничен.

Материалы и методы

Оценка современного состояния экосистем (или степень их деградации) проводилась на основе разработанной ранее пятибалльной шкалы (Методология ..., 1993). Такая система оценки успешно применялась при создании Карты экосистем Монголии (Ecosystems ..., 1995), в многочисленных работах на модельных полигонах и при создании Атласа экосистем Монголии (Ecosystems ..., 2019; National Atlas ..., 2022). В соответствии с этой шкалой оценка степени деградации природных экосистем (главным образом пастбищных) построена в первую очередь на характере изменений растительного покрова:

- оценка 1 – очень слабая (фитоиндикаторы дестабилизации экосистем практически отсутствуют), это состояние фоновых экосистем или систем, очень слабо затронутых антропогенным влиянием;
- оценка 2 – слабо нарушенные (в основном в результате выпаса) экосистемы (снижение вегетативной мощности доминантов, не проходящих полного цикла развития, выпадение некоторых злаков, появление сорняков);
- оценка 3 – средняя (смена доминантов, разрушение дернин злаков, появление группировок сорняков – индикаторов дигрессии фитоценозов пастбищ);
- оценка 4 – сильная (полная замена коренных фитоценозов на группировки сорной растительности, распространение группировок агрессивных синантропных видов);
- оценка 5 – очень сильная, часто необратимая (растительные сообщества и группировки практически отсутствуют, встречаются лишь единичные сорняки).

К категории очень сильно деградированных относятся также пастбищные экосистемы, коренной травостой которых под воздействием чрезмерных пастбищных нагрузок полностью заменился на группировки (или вторичные сообщества) с абсолютным доминированием 1-2 видов сбоевыносливых и, как правило, не поедаемых скотом растений, являющихся инвазийными или второстепенными в видовом составе исходных фитоценозов.

Полевые обследования наземных экосистем в границах МУ сопровождались их картографированием на крупномасштабных материалах цветной аэрофотосъемки, которая во время проведения полевых исследований выполнялась с применением квадрокоптера DJI-Phantom-3. Такая синхронизация и актуализация полевого картографирования и картографической основы повышает достоверность карт, создаваемых методом экологического геоинформационного картографирования, объединяющего эколого-географическую информацию, аэрокосмические методы и системное автоматизированное составление карт (Бажа и др., 2013).

В процессе полевого картографирования на МУ выделялись как однородные типы экосистем, так и комбинированные – устойчивые равномерные сочетания и комплексы фрагментов разных экосистем, формирующихся в различных топо-экологических условиях. Это обусловлено в первую очередь чередованием неоднородных форм микрорельефа: понижений и повышений, бугров и плоских участков, невысоких гряд и межрядовых ложбин и т.д.

На картах и в легендах отдельными выделами обособлялись экосистемы, почвенно-растительный покров которых претерпел кардинальные изменения в результате антропогенного воздействия, в первую очередь из-за чрезмерных пастбищных нагрузок.

Характеристика природных экосистем модельных участков и оценка их современного состояния приводится ниже (с северо-востока на юго-запад, следуя общему уклону местности и усилению аридизации территории): в Сухэбатарском аймаке, в сомоне Дарьганга – это МУ «Ганга» и МУ «Дарьганга», в сомоне Онгон – МУ «Бурт» и МУ «Баянгол», а в Восточногобийском аймаке – МУ «Бурдэнэбулаг» (сомон Эрдэнэ).

Характеристика топо-экологических и антропогенных условий развития растительного покрова экосистем модельных участков

МУ «Ганга» находится в 14 км к востоку от сомонного центра Дарьганга. Это самый восточный из исследованных участков. Имея относительно небольшую площадь 493.24 га, он включает приозёрную депрессию со слабоминерализованным оз. Ганга, наклонную к озеру с севера пролювиальную равнину, примыкающий с юга крупный массив песков Молцог, окраинную часть мощных песчаных наносов на северо-востоке и расположенную в приозёрной впадине и разделяющую песчаные массивы долину небольшого ручья, впадающего в озеро с востока.

По природному районированию МУ «Ганга» располагается в пределах степного района Восточно-Монгольской равнины, где преобладают зональные тырсовые (*Stipa krylovii*) и вострецово (*Leymus chinensis*)-тырсовые сухие степи, со значительным участием вострецовых, тырсово-карагановых (*Caragana microphylla*) и петрофитных разнотравно-тырсовых сообществ (Юнатов, 1954). Зональные почвы в основном каштановые супесчаные и лугово-каштановые.

Территория МУ «Ганга» (фото 7-12) является частью Национального парка «Дарьганга», а оз. Ганга и приозёрные экосистемы имеют специальное ограждение, т.к. здесь охраняются места обитания различных видов птиц, в первую очередь водоплавающих: лебедя-кликуну на (*Cygnus cygnus*²), уток пеганки (*Tadorna tadorna*), огаря (*Tadorna ferruginea*), кряквы (*Anas platyrhynchos*) и околоводных видов, таких как красавка (*Anthropoides virgo*) и даурский журавль (*Grus vipio*), лысуха (*Fulica atra*), различные чайки и кулики.

Картографирование экосистем модельного участка выполнено в масштабе 1 : 20000 (рис. 1). Всего было выделено 22 типа экосистем и их сочетаний, в т.ч. 20 природных (10 автоморфных и 10 гидроморфных, включая лишённые почвенно-растительного покрова обнажения глин и акваторию озера) и 2 антропогенных экосистемы: старый песчаный карьер и оборудованную зону для посещения туристами (табл. 2).

Выпас скота у озера запрещён, но за пределами ограждения пастбища испытывают чрезмерные нагрузки. Поэтому высокое разнообразие природных экосистем небольшого по площади модельного участка обусловлено не только широким спектром топо-экологических условий от автоморфных псаммофитных и щебнистых равнинных до гидроморфных мезофильно-луговых, мерзлотных луговых и мелководных, но и антропогенным (пасторальным) воздействием, сильно изменяющим не только фоновые растительные сообщества, но и условия развития почвенного покрова.

Перевыпас усугубляет процессы водной и ветровой эрозии: 60% природных экосистем МУ «Ганга» имеют сильную степень (4) антропогенной нарушенности, в первую очередь это пастбищные угодья за границами природоохранной территории. Такой же процент сильной пастбищной дигрессии наблюдается у растительных сообществ как автоморфных, так и гидроморфных экосистем. Нарушенность 28% площадей оценивается как очень слабая (фоновое состояние) и слабая (1 и 2); это луговые и степные экосистемы в пределах охранного ограждения. Интегральная оценка состояния комплексов псаммофитных экосистем песков Молцог и прилегающих экотопов (12% площади природных экосистем модельного участка) – средняя (3).

Мелководные участки у восточного берега оз. Ганга зарастают камышом (*Scirpus hippoliti*) с тростником, *Eleocharis palustris* и *Bolboschoenus planiculmis*. Растительность регулярно заливаемого низкого восточного берега – это болотистые луга, основу которых составляют

² Латинские названия животных приведены в соответствии с сайтом «Global Biodiversity Information Facility» (GBIF ..., 2024).

различные виды гигрофильных осок, постепенно сменяющихся на более возвышенных экотопах бесжилковоосоковыми (*Carex enervis*) болотистыми лугами с участием мезофильных злаков (*Agrostis trinii*, *Puccinellia tenuiflora*, *Poa palustris*) и мелкого разнотравья (*Potentilla anserina*, *Persicaria amphibia*, *Halerpestes sarmentosa*).



Фото 7. Озеро «Ганга» (МУ «Ганга»). **Photo 7.** Lake Ganga (“Ganga” key plot).



Фото 8. Лебеди и утки на озере «Ганга» (МУ «Ганга»).
Photo 8. Swans and ducks at Lake Ganga (“Ganga” key plot).



Фото 9. Журавли-красавки (МУ «Ганга»). **Photo 9.** Demoiselle cranes (“Ganga” key plot).



Фото 10. Болотистые луга на озёрном мелководье (МУ «Ганга»).

Photo 10. Swampy meadows of the lake shoals (“Ganga” key plot).

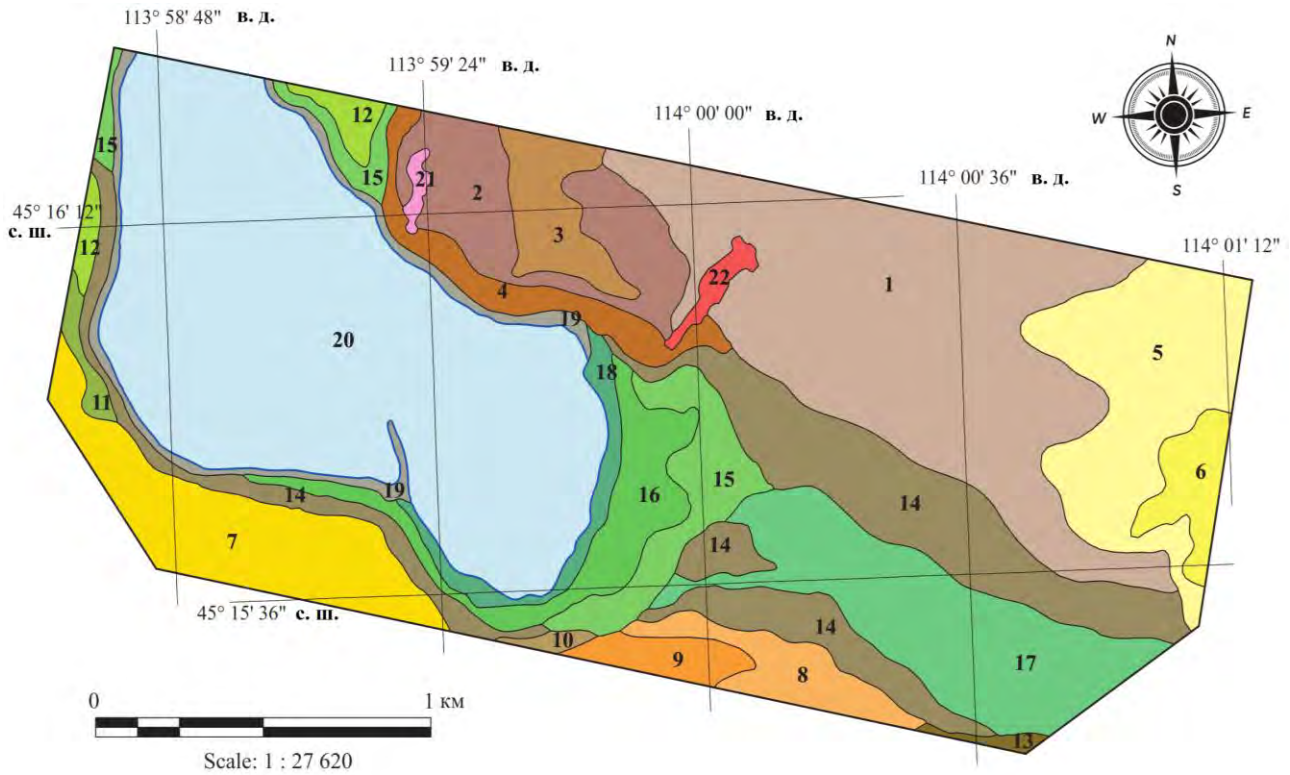


Фото 11. Криогенная зачочкаренность в долине ручья (МУ «Ганга»).

Photo 11. Cryogenic tussocks in the valley of a brook (“Ganga” key plot).



Фото 12. Пески Молцог (МУ «Ганга»). **Photo 12.** Moltsog Sands (“Ganga” key plot).



Рельеф и особенности экотопов	Возвышенная равнина, пологонаклонный пролювиальный шлейф		Отложения эоловых песков		Приозёрная депрессия														
	Опесачено слабо	Мелкий шельф и локальные наносы песка	Повышение с песчаными бурами	Переходная полоса к озерной депрессии	Опесачено сильно	Грядовые донные наносы	Холмисто-грядовый массив	Подножие песчаного массива, верхний уровень гидрогенной депрессии		Гидроморфные уровни депрессии									
								Плоские дренированные экотопы	Пологонаклонные песчаные шлейфы	Верхний уровень		Нижний уровень							
<i>Растительность</i>	Опесачено слабо	Мелкий шельф и локальные наносы песка	Повышение с песчаными бурами	Переходная полоса к озерной депрессии	Опесачено сильно	Грядовые донные наносы	Холмисто-грядовый массив	Опесачено слабо	Опесачено средние	С близкими грунтовыми водами	Опесачено сильно	Высыхающее озерное ложе	Зона разгрузки грунтовых вод	С близкими грунтовыми водами	Временно заливаемое озерное ложе	Временно обсыхающее озерное ложе	Прирусловая мерзлотная зона ручья, впадающего в озеро	Прибрежное мелководье озера	
АВТОМОРФНАЯ	Сухие степи	1	2	3	4	5													
ГИДРОМОРФНАЯ (ЛУГА)	Псаммофитные комплексы					6	7												
	Луговые степи							8	9	10									
	Остепнённые										11	12							
	Галофитные	Остепнённые												13					
		Мезофитные													14				
Болотистые															15				
Болотистые															16	17			
Гидрофитные луга																	18		
РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НЕСФОРМИРОВАНЫ	Обнажение озерных отложений вдоль берега																	19	
	Акватория озера																	20	
Антропогенные объекты:	старый карьер		21																
	туристическая зона	22																	

Рис. 1. Карта «Экосистемы модельного участка Ганга».

Fig. 1. Map “Ecosystems of the Ganga Key Site”.

Таблица 2. Легенда к карте «Экосистемы модельного участка “Ганга”».**Table 2.** Legend to the “Ecosystems of the “Ganga” Key Site” map.

АВТОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
1.	Пологонаклонная часть возвышенной равнины на переходе к озёрной депрессии с каштановыми супесчаными почвами под деградированной выпасом твердоватоосочковой (<i>Carex duriuscula</i>) и злаково (<i>Leymus chinensis</i> , <i>Stipa krylovii</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i>)-твердоватоосочковой сухой степью.
2.	Пологонаклонная часть возвышенной равнины на переходе к озёрной депрессии с каштановыми супесчаными щебнистыми почвами (в границах ООПТ) под холоднопыльно (<i>Artemisia frigida</i>)-злаково (<i>Carex squarrosa</i> , <i>Leymus chinensis</i>)-тырсовой (<i>Stipa krylovii</i>) сухой степью, местами, с участием куртин псаммофитных чиевников (<i>Achnatherum splendens</i>).
3.	Размытый фрагмент старого песчаного берегового озёрного вала со слоистыми песчаными почвами (в границах ООПТ) под псаммофитным чиевником, в комплексе с разнотравно (<i>Convolvulus ammannii</i> , <i>Artemisia frigida</i> , <i>Astragalus danicus</i>)-вострецово (<i>Leymus chinensis</i>) сухой степью.
4.	Пологая периферийная сухая часть приозёрной депрессии (на переходе к пролювиальной равнине) с каштановыми и лугово-каштановыми песчаными почвами (в границах ООПТ) под разнотравно (<i>Oxytropis mongolica</i> , <i>Artemisia arenaria</i> , <i>Astragalus danicus</i> , <i>Allium anisopodium</i>)-волоснецовой (<i>Elymus dahuricus</i> , <i>Agropyron michnoi</i>) псаммофитной сухой степью.
5.	Пологонаклонная опесчаненная с поверхности пролювиальная возвышенная равнина с каштановыми песчаными почвами под твердоватоосочково-вострецово, деградированной выпасом сухой псаммофитной степью, с участием песчаных очагов водной и ветровой эрозии.
6.	Массив грядовых (дюнных) песчаных наносов с сочетанием деградированных выпасом псаммофитных сообществ: злаково (<i>Leymus chinensis</i> , <i>L. racemosus</i> , <i>Stipa krylovii</i>)-осоковых (<i>Carex korshinskyi</i> , <i>C. duriuscula</i>) сухостепных на песчаных каштановых почвах, ивняков (<i>Salix macrostachya</i>) с редким степным травостоем и разреженных группировок пионерных степных псаммофильных видов на полузакреплённых песчаных дюнах.
7.	Массив холмисто-грядовых песков Молцог со сложным сочетанием псаммофитных сообществ: злаково (<i>Psammochloa villosa</i> , <i>Agropyron michnoi</i> , <i>Leymus racemosus</i>)-пыльно (<i>Artemisia frigida</i> , <i>A. arenaria</i>)-коржинскоосоковой (<i>Carex korshinskyi</i>) с <i>Caragana microphylla</i> сухой степи на выположенных гривах с каштановыми песчаными почвами, вязовников (<i>Ulmus pumila</i>) с разреженным злаково (<i>Agropyron michnoi</i> , <i>Leymus racemosus</i>)-коржинскоосоковым степным травостоем на пологих склонах и подножиях песчаных гряд, злаково (<i>Agropyron michnoi</i>)-эстрагоново (<i>Artemisia dracunculus</i>)-осоковой (<i>Carex korshinskyi</i> , <i>C. duriuscula</i>) сухой, обычно сильно деградированной выпасом степью по плоским днищам межгрядовых понижений, ивняков (<i>Salix macrostachya</i>) в депрессиях с близким расположением грунтовых вод, редкостойных вязовников с миндалём (<i>Amygdalus pedunculata</i>) и разреженным разнотравно (<i>Astragalus mongholicus</i> , <i>Thalictrum foetidum</i> , <i>Echinops gmelinii</i>)-пыльно (<i>Artemisia arenaria</i>)-песчаницевым (<i>Psammochloa villosa</i>) тростостоем, развеваемых и полузакреплённых разрозненными группировками пионерных псаммофитов песков на вершинах и крутых склонах песчаных гряд.

Продолжение таблицы 2.

АВТОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
8.	Верхняя часть плоского сухого опесчаненного днища приозёрной депрессии у подножья песчаного массива с лугово-каштановыми солонцеватыми почвами под разнотравно (<i>Artemisia anethifolia</i> , <i>Taraxacum leucanthum</i> , <i>Iris lactea</i>)-твердоватоосоково-злаковой (ячменной) (<i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>Agropyron michnoi</i>) луговой степью.
9.	Плоское сухое опесчаненное подножье песчаного массива с лугово-каштановыми песчаными почвами (в границах ООПТ) под осоково (<i>Carex korshinskyi</i> , <i>C. duriuscula</i>)-полынно (<i>Artemisia dracunculus</i>)-злаковой (<i>Leymus chinensis</i> , <i>L. racemosus</i> , <i>Agropyron michnoi</i> , <i>Phragmites communis</i>) псаммофитной луговой степью.
10.	Верхний уровень приозёрной депрессии, частично перекрытый песчаным пролювием, с близким залеганием грунтовых вод (в границах ООПТ), с песчаными лугово-каштановыми почвами с участием луговых дерново-глеевых почв под разнотравно (<i>Artemisia arenaria</i> , <i>Allium ramosum</i> , <i>Silene repens</i>)-вострецово-ковыльной луговой степью в комплексе с полынно (<i>Artemisia dracunculus</i>)-тростниковым (<i>Phragmites communis</i>) остепнённым лугом.
ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
11.	Делювиальный пологий шлейф от песчаного массива в приозёрную депрессию с песчаными лугово-каштановыми и лугово-дерновыми почвами (в границах ООПТ) под разнотравно (<i>Astragalus danicus</i> , <i>Saussurea amara</i> , <i>Iris lactea</i> , <i>Allium ramosum</i>)-волоснецовым (<i>Leymus racemosus</i> , <i>L. ovatus</i>) остепнённым псаммофитным лугом.
12.	Приозёрная депрессия, верхняя часть старого высохшего дна с каштановыми луговыми солонцами и остепнёнными луговыми почвами (в границах ООПТ) под разнотравно (<i>Oxytropis mongolica</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Astragalus danicus</i> , <i>Silene repens</i>)-безжилковоосоково-злаковым (<i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>H. roshevitzii</i> , <i>Leymus chinensis</i> , <i>L. ovatus</i> , <i>Puccinella tenuiflora</i>) остепнённым лугом.
13.	Верхний уровень долины ручья в зоне разгрузки грунтовых вод из-под песчаного массива с комплексом деградированных выпасом экосистем: злаково (<i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>Leymus chinensis</i>)-мелкотравного (<i>Artemisia anethifolia</i> , <i>Taraxacum leucanthum</i> , <i>Potentilla bifurca</i>) остепнённого солончаковатого луга, на гидроморфных луговых солонцах и лугово-каштановых солонцеватых почвах, и низинных ивняков (<i>Salix macrostachya</i>) безжилковоосоково (<i>Carex enervis</i>)-злаково (<i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>Poa pratensis</i>)-мелкотравных (<i>Potentilla anserina</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>) на криогенных кочках.
14.	Средний уровень пологой приозёрной депрессии с близким залеганием грунтовых вод с каштановыми луговыми солонцами и луговыми слабо засоленными почвами под солончаковатыми влажными лугами: разнотравно (<i>Aconogonon sericeum</i> , <i>Iris lactea</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>)-безжилковоосоково-злаковым (<i>Agrostis trinii</i> , <i>Puccinella tenuiflora</i> , <i>Hordeum brevisubulatum</i>) в границах ООПТ и деградированным выпасом мелкотравно (<i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Plantago salsa</i> , <i>Potentilla anserina</i>)-полевицево (<i>Agrostis trinii</i>)-осоковым (<i>Carex enervis</i> , <i>Carex duriuscula</i>) на пастбищной территории за границами ООПТ.
15.	Плоское обсыхающее днище приозёрной депрессии с луговыми глеевыми и лугово-болотными почвами (в границах ООПТ) под безжилковоосоковыми и разнотравно (<i>Potentilla anserina</i> , <i>Persicaria amphibia</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>)-злаково (<i>Agrostis trinii</i> , <i>Puccinella tenuiflora</i> , <i>Poa palustris</i>)-безжилковоосоковыми болотистыми лугами.

Продолжение таблицы 2.

ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
16. Прибрежная, периодически подтопляемая часть плоского с растительными кочками дна приозёрной депрессии с лугово-болотными мерзлотными почвами (в границах ООПТ) под мелкотравно (<i>Potentilla anserina</i> , <i>Polygonum amphibium</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>)-осоковым (<i>Carex caespitosa</i> , <i>C. enervis</i> , <i>C. leporina</i> , <i>Triglochin palustris</i>)-болотистым лугом, с участием окон открытой воды.
17. Прирусовая часть родникового ручья в приозёрной депрессии, с криогенными кочками и лугово-болотными длительномерзлотными почвами под сильно деградированными выпасом безжилковоосоково-злаково (<i>Agrostis trinii</i> , <i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>Poa pratensis</i>)-мелкотравными (<i>Potentilla anserina</i> , <i>Taraxacum leucanthum</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Plantago media</i>) болотистыми лугами, местами с небольшим участием ив.
18. Прибрежная мелководная часть озера (в границах ООПТ) с камышово (<i>Scirpus hippoliti</i> , с участием <i>Phragmites communis</i>)-осоковыми (<i>Carex enervis</i> , <i>Eleocharis palustris</i> , <i>Bolboschoenus planiculmis</i> , <i>Triglochin palustris</i>) плавнями.
ЭКОСИСТЕМЫ С НЕСФОРМИРОВАВШИМСЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ
19. Прибрежные обнажения озёрных отложений с единичными поселениями солероса (<i>Salicornia europaea</i>).
20. Водная поверхность оз. Ганга.
АНТРОПОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ
21. Небольшие песчаные карьеры с разреженными группировками пионерных степных псаммофильных видов.
22. Селитебная территория (туристическая зона).

Выше микропоясный приозёрный ряд продолжают луга с преобладанием мезофильных злаков, а затем луга с доминированием злаков, предпочитающих более засоленные и псаммофитные остепнённые местообитания (*Hordeum brevisubulatum*, *H. roshevitzii*, *Leymus chinensis*, *L. ovatus*, *Puccinellia tenuiflora*).

Растительный покров гидроморфного серийного ряда экосистем долины ручья, впадающего в озеро на востоке, представлен сильно деградированными выпасом сообществами на мерзлотных почвах: в прирусовой части – лугами на крупных криогенно-растительных кочках с доминированием пастбищного мелкотравья (*Potentilla anserina*, *Halerpestes sarmentosa*, *Plantago media*), а выше по рельефу – злаково-мелкотравными остепнёнными лугами, в составе травостоя которых начинают играть заметную роль галофильные и степные виды (*Hordeum brevisubulatum*, *Leymus chinensis*, *Artemisia anethifolia*, *Taraxacum leucanthum*, *Potentilla bifurca*).

Пологонаклонный пролювиальный шлейф, плавно спускающийся к долине ручья и приозёрной депрессии, занимают автоморфные степные экосистемы с каштановыми и тёмно-каштановыми, местами щебнистыми почвами лёгкого гранулометрического состава. За пределами ООПТ растительность испытывает сильную и очень сильную пасторальную дигрессию и представлена твердоватоосочковой (*Carex duriuscula*) и злаково (*Leymus chinensis*, *Stipa krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*)-твердоватоосочковой, а на песчаных экотопах – твердоватоосочково-вострещовой (*Leymus chinensis*) сухой степью. В границах охраняемой территории на схожих местообитаниях распространены холоднопыльно (*Artemisia frigida*)-злаково (*Cleistogenes squarrosa*, *Leymus chinensis*)-тырсовое (*Stipa krylovii*)

и разнотравно (*Convolvulus ammannii*, *Artemisia frigida*, *Oxytropis mongolica*, *Astragalus danicus*)-вострецовое (*Leymus chinensis*) сухостепные слабонарушенные сообщества, обычно с участием псаммфитных чиевников (*Achnatherum splendens*).

О масштабах пасторальной деградации растительности наглядно свидетельствуют данные полевых исследований продуктивности наземной фитомассы злаково-вострецово-осокового сухостепного сообщества на охраняемой и пастбищной территории. На охраняемой территории, доступной только для посещения туристами, видовое разнообразие составило 21 вид, проективное покрытие – 35%, продуктивность фитомассы – 4.72 ц/га. При этом на основные доминанты *Carex duriuscula* и *Leymus chinensis* приходится 57% от общей фитомассы (31% и 26% соответственно), а 43% – на остальные виды, среди которых наиболее заметно представлены *Agropyron cristatum*, *Potentilla bifurca*, *Cleistogenes squarrosa* и *Stipa krylovii*. За пределами охранной зоны при интенсивном выпасе видовое разнообразие сократилось до 14 видов, а проективное покрытие – до 10%. Продуктивность фитомассы упала в 3.4 раза – до 1.37 ц/га, а доля главных доминантов в ней достигла 97% (78% приходится на *Carex duriuscula*, 19% – на *Leymus chinensis*).

На северо-востоке в пределы МУ «Ганга» заходит пологая окраинная часть эоловых песков, заросших ивняком (*Salix macrostachya*), в комплексе с псаммофитными злаково (*Leymus chinensis*, *L. racemosus*, *Stipa krylovii*)-осоковыми (*Carex korshinskyi*, *C. duriuscula*) сухостепными сообществами на песчаных каштановых почвах и грядами невысоких дюн с полужакрепленными песками. Вся растительность, включая ивняки, подвергнута сильным и очень сильным пастбищным нагрузкам.

На мощных холмисто-грядовых песках Молцог (южная часть МУ «Ганга») сформировалось мозаичное сочетание псаммофитной растительности. Оно обусловлено особенностями рельефа песков – чередованием высоких холмов, полужакрепленных редкими псаммофитами (*Amygdalus pedunculata*, *Ulmus pumila*, *Ribes diacantha*, *Psammochloa villosa*, *Agropyron michnoi*, *Astragalus mongolicus*), и развеваемыми песками выположенных вершин песчаных гряд со злаково (*Agropyron michnoi*, *Leymus racemosus*)-полынно (*Artemisia frigida*, *A. arenaria*)-коржинскоосоковыми (*Carex korshinskyi*) с *Caragana microphylla* сухостепными сообществами, обширных песчаных шлейфов с разреженными вязовниками (*Ulmus pumila*) и межгрядовых понижений, активно используемых для выпаса скота и организации стойбищ, с сильно деградированными выпасом злаково (*Agropyron michnoi*)-эстрагоново (*Artemisia dracuncululus*)-осоковой (*Carex korshinskyi*, *C. duriuscula*) степью и ивняками.

В границах охраняемой территории озера организована туристическая зона, где посетители могут полюбоваться видами и понаблюдать за жизнью птиц. Для предотвращения высыхания водоёма пробурена артезианская скважина, от которой к озеру проложен водопровод.

Обилие пернатых привлекает хищных млекопитающих – волков (*Canis lupus*) и корсаков (*Vulpes corsac*), которые делают подкопы под металлическим ограждением и изредка проникают в охранную зону.

МУ «Дарьганга» (фото 13-15) входит в площадь земель административного центра Дарьганга (в южной его части) одноименного сомона. Территория МУ равна 57.22 га, имеет прямоугольную форму, широтного направления, длина составляет 1.2 км, ширина – 0.5 км. Участок находится в границах Национального парка «Дарьганга».

Ландшафт по многим показателям схож с МУ «Ганга». Это тоже приозёрная депрессия с небольшим, слабо минерализованным проточным озером, воды которого с восточной части надёжно пополняются из ручья родникового происхождения Дагшин-Булаг, а также за счёт грунтовых вод с расположенного южнее мощного эолового песчаного массива Молцог и примыкающего с севера предгорного пролювиального шлейфа вулкана Алтан-Обо.



Фото 13. Вулкан Алтан-Обо (МУ «Дарь Ганга»).

Photo 13. Altan-Obo Volcano (“Dar Ganga” key plot).



Фото 14. Прибрежный криогенно-растительный кочкарник (МУ «Дарь Ганга»).

Photo 14. Coastal cryogenic-vegetative tussock bog (“Dar Ganga” key plot).



Фото 15. Тростниковые плавни (МУ «Дарь Ганга»). **Photo 15.** Reed beds (“Dar Ganga” key plot).

Как и модельный участок «Ганга», «Дарьганга» расположен в степном районе Восточно-Монгольской равнины, где фоновыми являются зональные тырсовые (*Stipa krylovii*) и вострецово (*Leymus chinensis*)-тырсовые сухие степи, с большой долей вострецовых, тырсово-карагановых (*Caragana microphylla*) и петрофитных разнотравно-тырсовых сообществ. Зональные почвы – каштановые супесчаные и лугово-каштановые.

Экосистемы МУ «Дарьганга» картографировались в масштабе 1 : 10000 (рис. 2). В легенде к карте перечислены 12 выделов экосистем, в т.ч. 8 с растительным покровом (2 степных автоморфных, 6 гидроморфных) и 4 без растительности: такыры, водные поверхности и антропогенные объекты (табл. 3). Природные экосистемы занимают свыше 99% территории участка, большая часть которых (78.5%) – это гидроморфные экосистемы приозёрной депрессии. Автоморфные экосистемы, составляющие около 21% от площади природных экосистем, приурочены к северной и южной периферии МУ.

На севере нижняя часть пологого пролювиального шлейфа слабо опесчанена, но местами проявляется щебнистое основание. Почвы каштановые; растительный покров очень сильно деградирован из-за избыточных пастбищных нагрузок и представлен разнотравно (*Ephedra sinica*, *Artemisia frigida*, *Potentilla acaulis*)-твердоватоосочковой (*Carex duriuscula*) сухой степью.

На юге узкая полоса плоского шлейфа от песчаного массива Молцог и опесчаненная часть пологого предгорного шлейфа на севере с каштановыми песчаными почвами тоже интенсивно используется для выпаса скота. Здесь распространены деградированные выпасом твердоватоосочково-разнотравно (*Thermopsis lanceolata*, *Iris lactea*, *Artemisia frigida*)-вострецовые (*Leymus chinensis*) сухостепные сообщества.

Растительностью, пригодной для использования на корм скоту, покрыто 77% территории МУ, или 85% от площади природных экосистем. Неограниченный выпас скота привёл к сильной пасторальной дигрессии степных автоморфных пастбищ (оценка 4, местами до 5, редко до 3). Также сильно нарушены все пригодные для выпаса угодья гидроморфных экосистем за исключением труднодоступных для скота экосистем мелководий озера и прирусловой части ручья, составляющих около 7.5% растительного покрова модельного участка; они сохраняют фоновое природное состояние (фото 16-17).

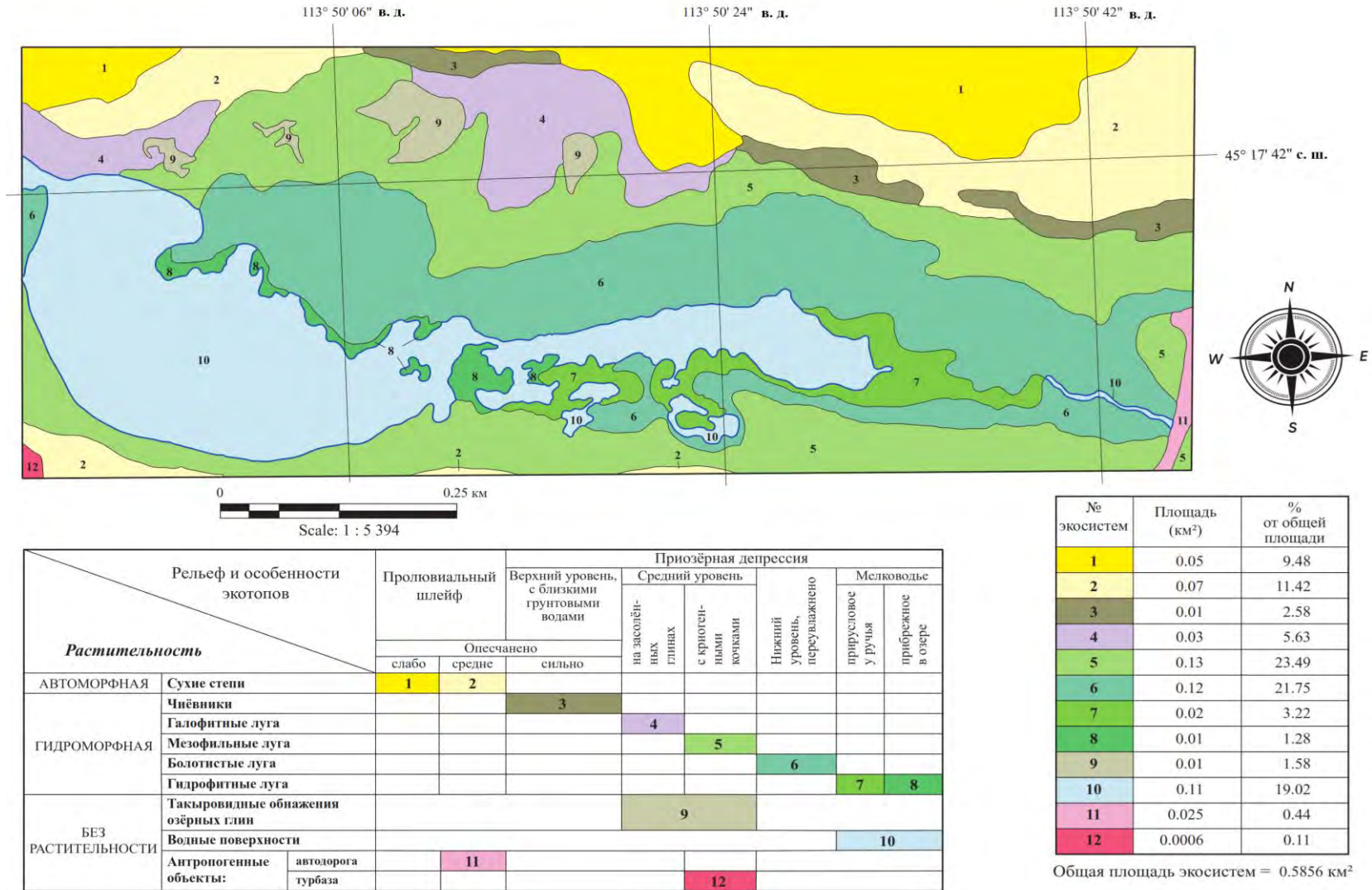


Рис. 2. Карта «Экосистемы модельного участка «Дарьганга»». Fig. 2. Map «Ecosystems of the «Darganga» Key Site».

Таблица 3. Легенда к карте «Экосистемы модельного участка «Дарьганга»».**Table 3.** Legend to the “Ecosystems of the “Darganga” Key Site” map.

АВТОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
1.	Нижний уровень пролювиального шлейфа к приозёрной депрессии, с каштановыми супесчаными почвами под сильно деградированной выпасом разнотравно (<i>Ephedra sinica</i> , <i>Thermopsis lanceolata</i> , <i>Artemisia frigida</i> , <i>Potentilla acaulis</i> , <i>Iris lactea</i>)-твердоватоосочковой (<i>Carex duriuscula</i>) сухой степью, местами с преобладанием куртин <i>E. sinica</i> .
2.	Опесчаненный с поверхности пролювиальный шлейф к приозёрной депрессии, с каштановыми песчаными и супесчаными почвами под деградированной выпасом твердоватоосочково-разнотравно (<i>Thermopsis lanceolata</i> , <i>Iris lactea</i> , <i>Artemisia frigida</i>)-вострещовой (<i>Leymus chinensis</i>) сухой степью.
ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
3.	Верхняя граница приозёрной гидрогенной депрессии (на переходе к пролювиальному шлейфу) с близким залеганием грунтовых вод, с лугово-каштановыми песчаными солонцеватыми почвами и автоморфными солонцами под чиёвниками (<i>Achnatherum splendens</i>)-галофильноразнотравными (<i>Sueda corniculata</i> , <i>Artemisia anethifolia</i> , <i>Saussurea amara</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>).
4.	Пологонаклонная поверхность приозёрной депрессии с преобладанием на нижнем уровне мелкобугристо-лункового микрорельефа, с гидроморфными солонцами опесчаненными под разнотравно (<i>Plantago salsa</i> , <i>Iris lactea</i>)-твердоватоосочково-бескильницевым (<i>Puccinellia tenuiflora</i>) и разнотравно-твердоватоосочково-галофильнозлаковым (<i>Hordeum roshevitzii</i> , <i>Puccinellia tenuiflora</i> , <i>Agropyron sibiricum</i>) деградированным выпасом остепнённым галофитным лугом, в комплексе с такыровидными пятнами обнажений озёрных глин.
5.	Средний высотный уровень приозёрной депрессии (местами с криогенным пологокочковатым микрорельефом) с близким залеганием грунтовых вод, с луговыми дерновыми длительномерзлотными слабозасолёнными почвами под мелкоотравно (<i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Potentilla anserina</i> , <i>Plantago salsa</i> , <i>Taraxacum leucanthum</i>)-злаково (<i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>Agrostis trinii</i> , <i>Puccinellia tenuiflora</i>)-осочковым (<i>Carex duriuscula</i> , <i>C. enervis</i>) деградированным выпасом мезофильным лугом.
6.	Нижний переувлажнённый уровень приозёрной депрессии с крупными криогенно-растительными кочками и лугово-болотными мерзлотными почвами под сильно деградированным выпасом злаково (<i>Agrostis trinii</i> , <i>Hordeum brevisubulatum</i>)-мелкотравно (<i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Potentilla anserina</i> , <i>Equisetum pratense</i>)-осочковым (<i>Carex enervis</i>) болотистым лугом.
7.	Прибрежное мелководье озера с тростниковыми (<i>Phragmites communis</i>) и хвощёво (<i>Equisetum pratense</i>)-тростниковыми плавнями.
8.	Прирусловое мелководье устьевой приозёрной части ручья Дагшин-Булаг с аллювиальными иловато-болотными почвами под разнотравно (<i>Persicaria amphibia</i> , <i>Rumex gmelinii</i> , <i>Cicuta virosa</i>)-хвощёво (<i>Equisetum pratense</i>)-осоковым (<i>Carex caespitosa</i> и др. гигрофильные осоки) болотным лугом, с камышом (<i>Scirpus hippoliti</i>) и тростником (<i>Phragmites communis</i>).
ЭКОСИСТЕМЫ С НЕСФОРМИРОВАВШИМСЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВОМ	
9.	Такыровидные обнажения озёрных отложений.
10.	Водные поверхности (озеро, ручей).
АНТРОПОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
11.	Грунтовая автодорога с насыпью.
12.	Селитебные территории (турбаза, детский оздоровительный лагерь).



Фото 16. Прирусловое мелководье ручья Дагшин-Булаг (МУ «Дарьганга»).
Photo 16. Shallows of Dagshin-Bulag Brook near its channel (“Darganga” key plot).



Фото 17. Лебеди и пеганки живут дружно (МУ «Дарьганга»).
Photo 17. Peaceful coexistence of swans and sheldusck (“Darganga” key plot).

Верхний уровень гидроморфной депрессии перед предгорным шлейфом отмечен распространением песчаных наносов и лугово-каштановыми солонцеватыми песчаными почвами с галофильноразнотравными (*Suaeda corniculata*, *Artemisia anethifolia*, *Halerpestes sarmentosa*) чиевниками (*Achnatherum splendens*).

Значительные площади на северо-западе МУ «Дарьганга» представляют собой недавно обсохшее озёрное ложе со своеобразным лунковым микрорельефом. Здесь распространены галофильноразнотравно (*Plantago salsa*, *Iris lactea*)-твердоватоосочково-бескильницевые (*Puccinellia tenuiflora*, местами с участием *Hordeum roshevitzii* и *Agropyron sibiricum*) деградированные выпасом влажные галофитные луга на луговых солончаках, в комплексе с такыровидными пятнами обнажений озёрных глин.

В приозёрной депрессии прослеживается закономерный серийный ряд смены экосистем по мере усиления увлажнения экотопов от верхнего уровня до мелководий. Средний и нижний уровни пологонаклонных бортов депрессии с луговыми почвами мерзлотного ряда занимают луга, состав травостоя которых снивелирован чрезмерными пастбищными нагрузками (всего 45% площади МУ). Это мезофильные мелкотравно (*Halerpestes sarmentosa*, *Potentilla anserina*, *Plantago salsa*, *Taraxacum leucanthum*)-злаково (*Hordeum brevisubulatum*, *Agrostis trinii*, *Puccinellia tenuiflora*)-осочковые (*Carex duriuscula*, *C. enervis*) слабо закочкарённые луга и злаково (*Agrostis trinii*, *Hordeum brevisubulatum*)-мелкотравно-осочковые (*Carex enervis*) болотистые луга на крупных криогенно-растительных кочках, зачастую разделённых тонким слоем воды.

Экосистемы мелководий, озёрные и приручьевые (проточные), заметно различаются. На прибрежных мелководьях озера распространены тростниковые (*Phragmites communis*) плавни, а вдоль русловой части ручья Дагшин-Булаг – разнотравно (*Persicaria amphibia*, *Equisetum pratense*, *Rumex gmelinii*, *Cicuta virosa*)-осоковые (*Carex caespitosa* и другие гигрофильные осоки) болотные луга с участием камыша (*Scirpus hippoliti*) и тростника на аллювиальных иловато-болотных почвах.

Многочисленные туристы, главным объектом притяжения для которых в сомоне является вулкан Алтан-Обо, приходят и к озеру, на котором местным населением сохраняются места обитания водной орнитофауны. На озере гнездится большое количество лебедей-кликунов, уток пеганок и огарей, чаек, куликов. Здесь построены турбаза и детский оздоровительный лагерь; в праздники и выходные дни местные жители семьями отдыхают на берегах озера.

МУ «Бурт» (фото 18-21) является самым северным и самым пониженным (с абсолютными высотами около 850 м н.у.м. БС) из модельных участков и находится в степном Средне-Халхском районе, где преобладают зональные змеёвково (*Cleistogenes squarrosa*)-тырсовые сухие степи, с участием петрофитных тырсовых на зональных каштановых супесчаных почвах, вблизи границы с районом «Восточно-Монгольская равнина». Площадь участка составляет 149.05 га, он имеет форму прямоугольного треугольника с усечёнными острыми углами и вытянут на 1.6 км по широте и на 1.4 км в меридиональном направлении (рис. 3).

Участок расположен в пределах приподнятой равнины в самой нижней части обширной внутривалнинной котловины – природниковой депрессии Онгон-Таван-Булаг. Котловина с запада ограничена невысокой грядой мелкосопочников, а с востока холмистым массивом золотых песков Онгон-Элс. Не так давно в гидрогенной депрессии Онгон-Таван-Булаг (монгол. «пять родников») были мелководные озёра, ручьи и обильная луговая растительность. В настоящее время подток грунтовых вод из-под пролювиального шлейфа с запада и песчаного массива с востока сильно сократился.

Несмотря на название, действующих родников, по свидетельству местных аратов, осталось всего три, озёра пересохли, оставив такыры с озёрными отложениями, которые со временем начали зарастать пионерными галофитными группировками. Просачивающиеся грунтовые воды покрывают тонким слоем ближайшие плоские понижения, затем, собираясь в узкие заиленные русла, медленно перетекают к югу, следуя общему уклону местности, и вскоре теряются под озёрными отложениями.



Фото 18. Один из действующих родников (МУ «Бурт»).
Photo 18. One of the functional springs (“Burt” key plot).



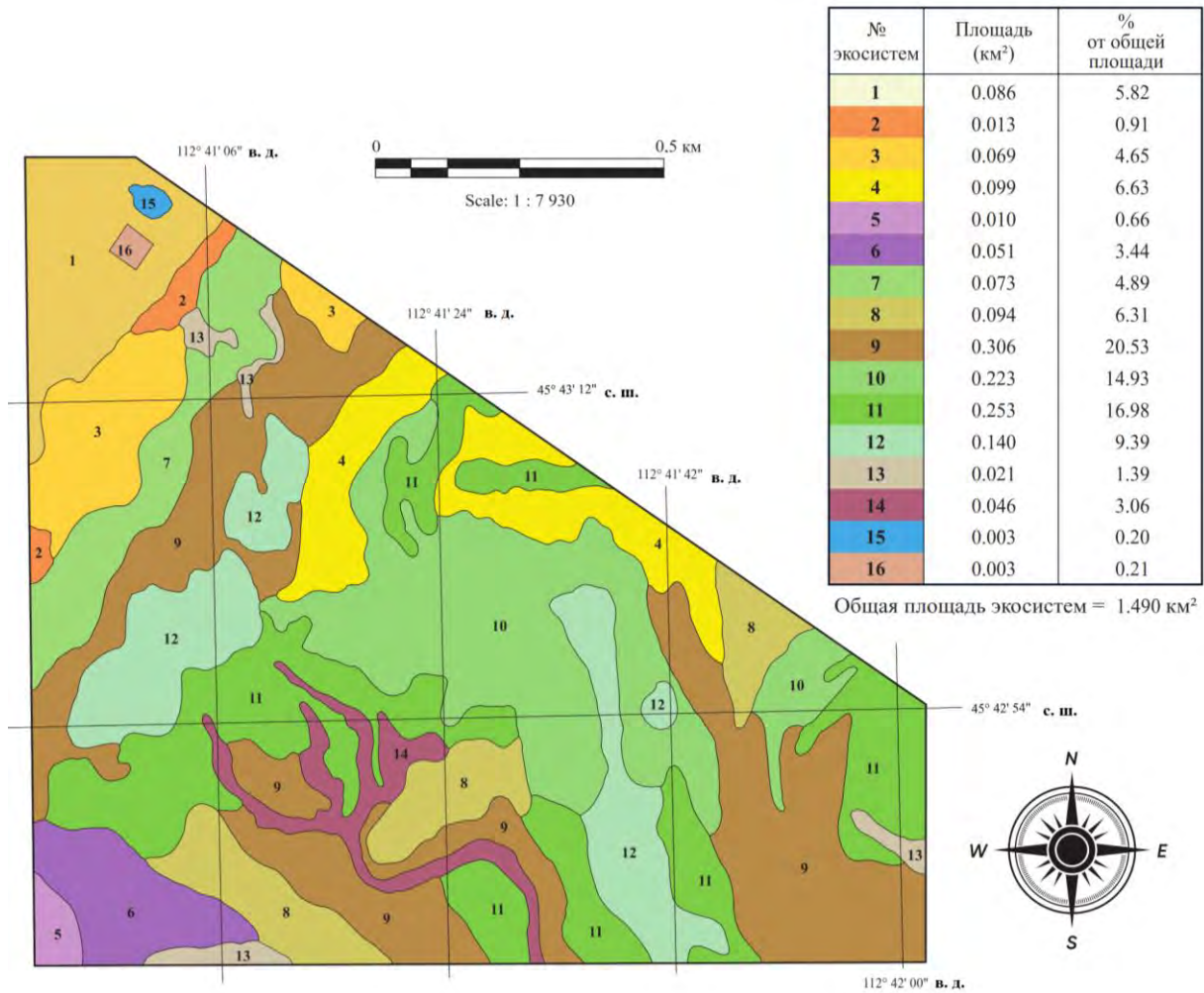
Фото 19. Заливные луга (МУ «Бурт»).
Photo 19. Flooded meadows (“Burt” key plot).



Фото 20. Болотистые луга с пятнами открытой воды (МУ «Бурт»).
Photo 20. Swampy meadows with patches of open water surface (“Burt” key plot).



Фото 21. Скот на пастбищах Онгон-Таван-булаг (МУ «Бурт»).
Photo 21. Cattle at the Ongon-Tavan-bulag pastures (“Burt” key plot).



Рельеф и особенности экотопов		Пролонгированный шлейф с близким залеганием грунтовых вод		Гидрогенная депрессия									
		Нижняя периферия		Переход к гидроформной депрессии		Верхний уровень (в основном сухие)		Средний уровень (влажные)		Низкий уровень (сырые, частично заливаемые)		Мелководья	
		Подогона-клонная поверхность, опесчанено	Плоские засоленные	С грядами песчаных бугров		Переход к автоморфному увлажнению	Приподнятый дренируемый экотоп	Плоский сниженный участок	Слабонаклонные с мелкими кочками	Плоские засоленные на озерных отложениях	Сильно закоряженные	Плоские с мозаичным микрорельефом	Фрагментарно обсыхающие
Автоморфная	Чивеньки остепненные	1											
	Полукустарничковая		2										
	Чивеньки галопсаммофитные			3									
Гидроморфная	Комплексная лугово-солянковичевая				4								
	Галофитные луга	Полукустарничковые				5	6						
		Мезогалофитные						7	8				
	Болотистые									9	10		
Гидрофитные луга											11	12	
Без растительности		13										14	
Антропогенные объекты:	Накопитель воды			15									
	Грунтовая площадка	16											

Рис. 3. Карта «Экосистемы модельного участка “Бурт”». Fig. 3. Map “Ecosystems of the “Burt” Key Site”.

Картографирование экосистем модельного участка проведено в масштабе 1 : 10000 (рис. 3). Выявлено 16 типов экосистем и их устойчивых сочетаний, в т.ч. 14 типов

природных экосистем (3 автоморфных, 9 гидроморфных, 2 без растительного покрова) и 2 антропогенных (табл. 4).

Таблица 4. Легенда к карте «Экосистемы модельного участка “Бурт”». **Table 4.** Legend to the “Ecosystems of the “Burt” Key Site” map.

АВТОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
1.	Природниковая депрессия; нижняя часть опесчаненного пролювиального шлейфа с близким залеганием грунтовых вод и лугово-каштановыми слабо засоленными почвами под остепнённым сильно деградированным выпасом чиевником (<i>Achnatherum splendens</i>) с разреженным травостоем (<i>Peganum nigellastrum</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Stipa krylovii</i> , <i>Convolvulus ammannii</i>).
2.	Природниковая депрессия; нижняя часть пролювиального шлейфа с полугидроморфными солонцами под реомюриевым (<i>Reaumuria songarica</i>) сообществом, при небольшом участии чия, <i>Kalidium gracile</i> и <i>Nitraria sibirica</i> .
3.	Экотонная зона между пролювиальным шлейфом и гидроморфной низиной; чередование сухих опесчаненных гряд и межгрядовых такырообразных понижений с комплексом деградированных выпасом галопсаммофитных чиевников (с примесью <i>Nitraria sibirica</i> , <i>Carex duriuscula</i> , <i>Saussurea amara</i>) и такыров, местами зарастающих <i>Kalidium foliatum</i> .
ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
4.	Приподнятая опесчаненная часть природниковой депрессии (переходная от пролювиального шлейфа) с полугидроморфными и гидроморфными солонцами, и лугово-болотными мерзлотными почвами под комплексом солянковых (<i>Kalidium foliatum</i> , <i>K. gracile</i> , <i>Nitraria sibirica</i> , <i>Reaumuria songarica</i>) галопсаммофитных чиевников, сильно деградированных выпасом мелкотравно (<i>Potentilla anserina</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Artemisia anethifolia</i> , <i>Aconogonon sericeum</i> , <i>Plantago salsa</i> , <i>Saussurea amara</i>)-злаковых (<i>Puccinellia tenuiflora</i> , <i>Agrostis trinii</i> , <i>Hordeum brevisubulatum</i>) болотистых и злаково-сведовых (<i>Suaeda salsa</i>) галофитных лугов.
5.	Возвышенный дренируемый участок природниковой депрессии (верхний уровень) с гидроморфными пухлыми солончаками на озёрных отложениях под поташниковым (<i>Kalidium foliatum</i>) сообществом.
6.	Плоский сезонно-дренируемый участок природниковой депрессии с гидроморфными солончаками на озёрных отложениях под реомюриево-поташниковым сообществом (с небольшим участием <i>Kalidium gracile</i>).
7.	Верхний уровень природниковой засоленной депрессии с грунтовым увлажнением с мелкими криогенными кочками и лугово-болотными мерзлотными слабо засоленными почвами под мелкотравно-злаковыми с участием чия мезогалофитными лугами, сильно деградированными выпасом.
8.	Средний влажный уровень природниковой депрессии, с гидроморфными солонцами под сведовым (<i>Suaeda salsa</i>) луговым галофитным сообществом, на более низком уровне с участием бесжилковоосоково (<i>Carex enervis</i>)-злакового болотистого луга.
9.	Нижний уровень природниковой депрессии (сильно заочкарено криогенными кочками, появление выходов грунтовых вод) с лугово-болотными солонцами под деградированным выпасом бесжилковоосоково-злаково-мелкотравным болотистым лугом, с участием, ниже по рельефу, сырого разнотравно-злаково-осокового (<i>Carex enervis</i> , <i>Eleocharis palustris</i>) болотистого луга и, местами, сведового (<i>Suaeda salsa</i>) сообщества (у верхней границы).

Продолжение таблицы 4.

ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
10.	Природниковая депрессия; зарастающее растительностью дно пересохшего водоёма с солонцовым почвенно-растительным комплексом: бескильницево (<i>Puccinellia tenuiflora</i>)-сведовое пионерное сообщество, бесжилковоосоково-разнотравно (<i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Potentilla anserina</i> , <i>Aconogonon sericeum</i> , <i>Saussurea amara</i>)-бескильницевоый солончаковатый болотистый луг, осоково (<i>Carex enervis</i> , <i>Eleocharis palustris</i> , <i>Juncus bufonius</i> , <i>Triglochin palustris</i>)-гигрофильнозлаковый (<i>Agrostis trinii</i> , <i>Calamagrostis neglecta</i> , <i>Phragmites communis</i> , <i>Poa palustris</i> , <i>Puccinellia tenuiflora</i>)-болотистый луг, с небольшим участием такыровидных участков.
11.	Низкий уровень природниковой депрессии (выклинивание грунтовых вод, заливающих микропонижения рельефа) с лугово-болотными засоленными почвами и гидроморфными солонцами под деградированным выпасом серийным микропоясным рядом солончаковатых болотисто-луговых сообществ: бесжилковоосоково-мелкотравно-злаковый, сильно заочкаренный криогенными кочками, и разнотравно (<i>Persicaria amphibia</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>)-осоково (<i>Carex enervis</i> , <i>Eleocharis palustris</i>)-злаковый, с небольшим участием у верхней границы стройнопоташникового (<i>Kalidium gracile</i>) сообщества, такыровидных пятен, а на опесчаненных гривах – псаммогалофитных чиёвников с <i>Kalidium foliatum</i> и <i>Saussurea amara</i> .
12.	Самый нижний уровень природниковой депрессии с поверхностным слоем воды и лугово-болотными почвами под разнотравно (<i>Persicaria amphibia</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>)-осоково (<i>Carex enervis</i> , <i>Eleocharis palustris</i> , <i>Triglochin palustris</i>)-гигрофильнозлаковым болотистым лугом, с участием разнотравно (<i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Equisetum pratense</i>)-злаково-ситниковых (<i>Juncus bufonius</i>) мелководных лугов, разнотравно-бескильницевоых болотистых солончаковатых лугов и небольших пятен открытой воды.
ЭКОСИСТЕМЫ С НЕСФОРМИРОВАВШИМСЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫМ ПОКРОВОМ	
13.	Плоские такыровидные ложа небольших пересохших водоёмов, местами с единичными поселениями <i>Suaeda salsa</i> , <i>Kalidium gracile</i> .
14.	Сильно заиленные транзитные русла оттока грунтовых вод, с единичными растительными кочками.
АНТРОПОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
15.	Искусственный накопитель питьевой родниковой воды; огорожен.
16.	Грунтовая площадка с удалённым растительным покровом.

В границах МУ «Бурт» с северо-запада к депрессии подходит опесчаненный с поверхности пролювиальный шлейф с каштановыми и лугово-каштановыми слабо засоленными почвами, растительный покров которых – это остепнённые, сильно деградированные выпасом псаммофитные чиёвники (*Achnatherum splendens*) с редкими экземплярами *Peganum nigellastrum*, *Reaumuria songarica*, *Stipa krylovii* и *Convolvulus ammannii*. Чиёвники на слабо опесчаненных экотопах местами чередуются с реомюриевоым (*Reaumuria songarica*) сообществами на автоморфных солонцах.

Граница между автоморфными экосистемами шлейфа и гидроморфной депрессией (экотонная зона) обозначена невысокими песчаными грядами с деградированными выпасом псаммофитными чиёвниками (с примесью *Nitraria sibirica*, *Carex duriuscula*, *Saussurea amara*) в сочетании с межгрядовыми такырообразными понижениями – пересохшими ложами мелких временных водоёмов.

На верхних уровнях депрессии эта экосистема сменяется комплексом солянковых (*Kalidium foliatum*, *K. gracile*, *Nitraria sibirica*, *Reaumuria songarica*) галопсаммофитных чиевников, сильно нарушенных выпасом мелкотравно (*Potentilla anserina*, *Halerpestes sarmentosa*, *Artemisia anethifolia*, *Aconogonon sericeum*, *Plantago salsa*, *Saussurea amara*)-злаковых (*Puccinellia tenuiflora*, *Agrostis trinii*, *Hordeum brevisubulatum*, *Achnatherum splendens*) болотистых и злаково-сведовых (*Suaeda salsa*) солончаковатых лугов на солонцах-солончаках, гидроморфных лугово-болотных и луговых солонцах соответственно.

В юго-западном относительно приподнятом углу модельного участка на засоленных древнеозёрных отложениях развиваются поташниковые (*Kalidium foliatum*) и реомюриево-поташниковые галофитные сообщества.

На верхнем уровне природниковой депрессии, где грунтовые воды начинают выклиниваться на поверхность, распространены мерзлотные почвы и формируется своеобразный криогенно-кочкарный микрорельеф. Вначале невысокие кочки с сильно деградированными выпасом мелкотравно-злаковыми (с участием чия) солончаковатыми лугами ниже по рельефу сменяются крупным, частично подтопленным кочкарником с безжилковоосоково (*Carex enervis*)-злаково (*Agrostis trinii*, *Puccinellia tenuiflora*, *Hordeum brevisubulatum*)-мелкотравным болотистым лугом, обычно с участием сырого разнотравно-злаково-осокового (*Carex enervis*, *Eleocharis palustris*) болотистого луга.

Многие участки дна высохших водоёмов зарастают пионерными, часто однолетними видами. Из них большие площади приходятся на сведовые (*Suaeda salsa*) галофитные луга, обычно в комплексе в микропонижениях с безжилковоосоково-злаковыми болотистыми лугами.

Сложный, с разной степенью увлажнения микрорельеф центральной части депрессии способствует широкому распространению мозаичных комплексов гидроморфных экосистем.

Большие площади заняты комплексом бескильницево (*Puccinellia tenuiflora*)-сведового пионерного галофитного сообщества, безжилковоосоково-разнотравно (*Halerpestes sarmentosa*, *Potentilla anserina*, *Polygonum sericeum*, *Saussurea amara*)-бескильницевого солончаковатого болотистого луга и осоково (*Carex enervis*, *Eleocharis palustris*, *Juncus bufonius*, *Triglochin palustris*)-гигрофильнозлакового (*Agrostis trinii*, *Calamagrostis neglecta*, *Phragmites communis*, *Poa palustris*, *Puccinellia tenuiflora*)-болотистого луга, с небольшим участием такыровидных участков.

На низком уровне депрессии, где грунтовые воды заливают микропонижения, отмечается серийный ряд растительных сообществ: от псаммофитных чиевников на песчаных наносах и стройнопоташникового (*Kalidium gracile*) солончака до болотистых лугов – сильно закочкаренного безжилковоосоково-мелкотравно-злакового на лугово-болотных мерзлотных почвах и разнотравно (*Persicaria amphibia*, *Halerpestes sarmentosa*)-осоково (*Carex enervis*, *Eleocharis palustris*)-злакового на лугово-болотных почвах, обычно с небольшим участием такыровидных участков.

Самые нижние заливные уровни природниковой депрессии (с поверхностным слоем воды) представлены разнотравно (*Persicaria amphibia*, *Halerpestes sarmentosa*)-осоково (*Carex enervis*, *Eleocharis palustris*, *Triglochin palustris*)-гигрофильнозлаковым болотистым лугом на лугово-болотных почвах, с участием разнотравно (*H. sarmentosa*, *Equisetum pratense*)-злаково-ситниковых (*Juncus bufonius*) мелководных лугов, разнотравно-бескильницевого болотистых солончаковатых лугов и небольших пятен открытой воды.

Хотя модельный участок расположен в границах государственного заказника «Онгон-Таван-булаг», на пастбищах хорошо увлажнённой части депрессии в засушливые периоды скапливается очень большое количество скота (в основном коров и лошадей); а мелкий рогатый скот пасётся преимущественно на лугах верхнего уровня и степных угодьях. Из-за перевыпаса травостой пастбищ МУ «Бурт» сбивается пасущимся скотом и деградирует, теряя ценные кормовые растения, которые постепенно заменяются малоценным, в большинстве случаев непоедаемым сбоевыносливым пастбищным мелкотравьем.

Площадь автоморфных экосистем МУ составляет около 11.5% от общей. При этом 92%

автоморфных пастбищ имеют сильную (4) степень антропогенной (пасторальной) нарушенности. На гидроморфные приходится 84% площади участка. У 74% гидроморфных экосистем степень пастбищной дигрессии колеблется между средней (3) и сильной (4), а на пастбища, травостой которых определённо испытывает либо среднюю, либо сильную дигрессию, приходится по 13%.

Слабая (1) нарушенность отмечается у экосистем с ещё не сформировавшимся почвенно-растительным покровом (такыры, заиленные водотоки), которые составляют всего 4.5% территории модельного участка.

Вместе с пасущимся скотом на заливных лугах в большом количестве кормятся самые распространённые в этой части Монголии водоплавающие – лебеди-кликун, утки пеганки и огари. На водопой в сумерки приходят антилопы дзерены (*Procapra gutturosa*) и джейраны (*Gazella subgutturosa*).

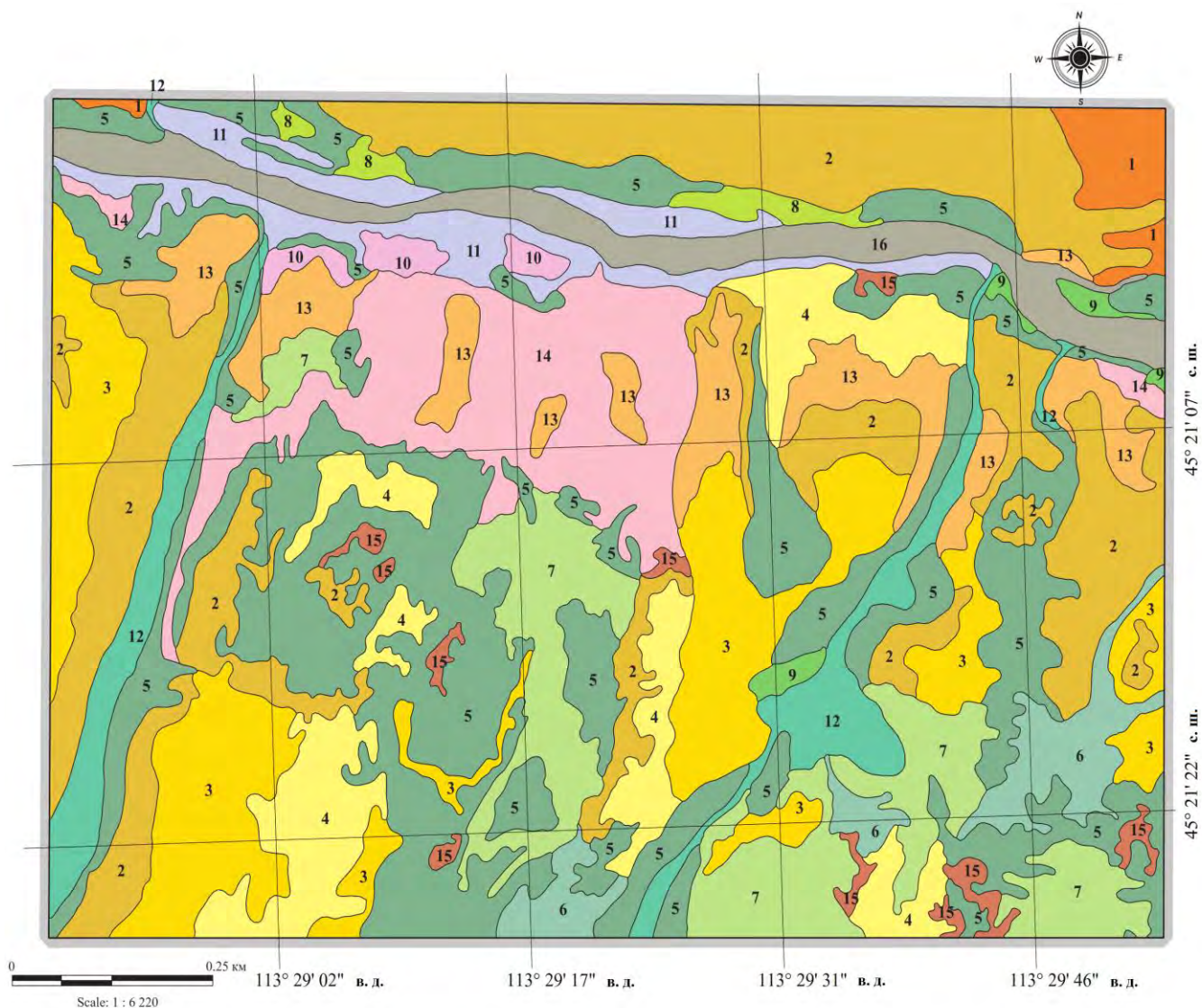
МУ «Баянгол» (фото 22) лежит в 27.5 км к востоку от сомона Онгон и в 28.5 км к западу от сомона Дарьганга. Прямоугольная территория участка имеет широтную направленность, площадь составляет 133.76 га (рис. 4). Участок находится в пределах природного степного района Восточно-Монгольской равнины, вблизи условной границы с пустынно-степным природным районом Восточная Гоби, поэтому здесь на автоморфных экотопах уже преобладает зональная растительность пустынных и опустыненных степей на светло-каштановых почвах.



Фото 22. Долина реки Баян-Гол (МУ «Баянгол»).

Photo 22. Valley of the Bayan-Gol River (“Bayangol” key plot).

Основная территория МУ (южная часть) располагается на возвышенной равнине с подстилающими древнеозёрными песчано-глинистыми отложениями, которые по большей части перекрыты песчаными наносами. Местность имеет слабый уклон к долине водосборной реки Баян-Гол, текущей в западном направлении. Река маловодная и в засушливые периоды может полностью пересыхать.



Рельеф и особенности экотопов		Гор и возвышенных равнин				Речных и родниковых долин																	
		Полгие склоны				Плоские слабо дренируемые поверхности		Речных и родниковых долин															
		с равномерно опесчанной поверхностью						с засоленными почвами															
		Крутые и покатые склоны																					
РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НЕ СФОРМИРОВАНЫ		слабо опесчаненные		средние опесчаненные		с песчаными буграми		сильно опесчаненные с близкими грунтовыми водами		слабо эродированные		с такыровидными и опесчаненными участками		Природниковые пологие склоны с песчаными буграми		Выполженные песчаные прирусловые и природниковые шлейфы		Прислоновой дельтавой поймы речной долины		Плоская недренируемая прирусловая пойма		Природниковые депрессии с криогенными почвами	
		на выложенных участках																					
АВТОМОРФНАЯ	Пустынные степи	1	2	3	4																		
	Чивьнки					5	6	7															
ГИДРОМОРФНАЯ (ЛУГА)	Остепнённые								8	9													
	Галофитные												10	11									
	Болотистые																					12	
РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА НЕ СФОРМИРОВАНЫ	Сильно эродированные экотопы	13																					
	Такыровидные участки							15															
	Русловые пески																						16

№ экосистем	Площадь (км²)	% от общей площади
1	0.02	1.33
2	0.24	18.08
3	0.15	11.51
4	0.09	6.82
5	0.31	23.30
6	0.04	2.65
7	0.11	8.14
8	0.01	0.75
9	0.01	0.48
10	0.01	0.74
11	0.05	3.65
12	0.05	4.07
13	0.08	5.65
14	0.10	7.78
15	0.01	1.03
16	0.05	4.02

Общая площадь экосистем = 1,33 км²

Рис. 4. Карта «Экосистемы модельного участка “Баянгол”».

Fig. 4. Map “Ecosystems of the “Bayangol” Key Site”.

Лежащие близко к поверхности равнины грунтовые воды во многих местах выклиниваются в виде родников, вокруг которых формируются мерзлотные линзы с криогенно-кочкарным микрорельефом. Грунтовые воды и родниковые ручьи, стремясь к водосборной долине, постепенно перемещают поверхностные слои, местами разрушают их, образуя овражно-балочную сеть с крутыми обнажёнными склонами. Также выглядят склоны коренного левого берега речной долины, под которыми на верхних уровнях долины в результате оползней образуются песчано-глинистые делювиальные слои, размываемые многочисленными промоинами.

Поверхность равнины в целом плоская, с песчаным наносом, заросшим в основном чием (*Achnatherum splendens*), и имеет микропонижения с водоупорным верхним слоем, в которых после дождей и снеготаянья образуются временные водоёмы. После их высыхания остаются засоленные такырообразные пятна, очень медленно зарастающие пионерными видами.

Правый (северный) берег долины Баян-Гола – это полуразрушенная низкогорная гряда с крупнокаменистыми вершинной частью и крутыми привершинными склонами, опесчаненными с поверхности покатыми и пологими склонами, в нижней части которых местами выклиниваются грунтовые воды. Под склонами по верхней периферии долины проходит полоса песчаных отложений.

Русло реки песчаное, но примыкающие к русловой части низкие участки долины изобилуют глинистыми засоленными экотопами. Плоские днища оврагов и балок хорошо увлажнены и имеют мерзлотное основание.

Экосистемы картографировались в масштабе 1 : 10000 (рис. 4). Легенда к карте содержит 16 выделов типов и сочетаний типов природных экосистем, из которых 7 выделов – это автоморфные экосистемы, занимающие около 70% площади МУ, а 5 таксонов принадлежат экосистемам гидроморфного увлажнения, площадь которых составляет 9.7% территории участка (табл. 5).

Экосистемы с несформировавшимся почвенно-растительным покровом распространены более чем на 13% территории и включают 4 таксона: по одному на автоморфных и гидроморфных экотопах, ещё один – это такыровидные плоские ложа высохших временных водоёмов, а ещё один – песчаные отложения в обсыхающем русле р. Баян-Гол.

Практически все внерусловые песчаные экотопы (на равнине, в долине, балках и оврагах) заняты остепнёнными чиевниками: вострецовыми (*Leymus chinensis*), луковыми (*Allium mongolicum*, *A. polyrrhizum*), а при близком залегании грунтовых вод – иногда с небольшим участием *Puccinellia tenuiflora* и *Hordeum roshevitzii*, на интенсивно выпасаемых местах – с *Chenopodium album* и *Plantago salsa* и единичными видами сбоевыносливого мелкотравья.

Всего чиевниками покрыта треть территории МУ «Баянгол», а с учётом пустынно-степных чиево-луковых растительных комплексов на светло-каштановых супесчаных почвах и экосистем, в которых чиевники являются ведущими компонентами, – свыше 65%.

Кроме чиевников к категории автоморфных экосистем относятся каменистые вершины и крутые горные южные склоны к речной долине с горными светло-каштановыми почвами под караганово (*Caragana microphylla*, *C. pygmaea*)-злаково (*Cleistogenes squarrosa*, *Achnatherum splendens*)-луковой (*Allium mongolicum*) горной псаммофитной пустынной степью.

Аutomорфными являются также хорошо дренированные пологие горные склоны к речной долине, участки возвышенной равнины и присклоновых шлейфов со светло-каштановыми почвами под мелкодерновиннозлаково (*Cleistogenes squarrosa*, *Stipa gobica*, *S. krylovii*)-луковой (*Allium polyrrhizum*) и луково-мелкодерновиннозлаковой пустынной (опустыненной) степью.

На подверженных сильной водной эрозии оползневых склонах и присклоновых шлейфах овражно-балочной сети и долины р. Баян-Гол на обнажённых древнеозёрных песчано-глинистых отложениях смогли закрепиться лишь разрозненные разреженные группировки отдельных степных видов (*Achnatherum splendens*, *Caragana microphylla*, *Convolvulus ammanii*, *Reaumuria songarica* и др.).

Таблица 5. Легенда к карте «Экосистемы модельного участка “Баянгол”».**Table 5.** Legend to the “Ecosystems of the “Bayangol” Key Site” map.

АВТОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
1.	Крутые каменистые горные южные склоны к речной долине с горными светло-каштановыми почвами под караганово (<i>Caragana microphylla</i> , <i>C. pygmaea</i>)-злаково (<i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Achnatherum splendens</i>)-луковой (<i>Allium mongolicum</i>) горной псаммофитной опустыненной степью.
2.	Пологие хорошо дренированные разной степени опесчаненности горные склоны к речной долине, склоны и присклоновые шлейфы возвышенной равнины с древнеозёрными отложениями (часто с участием эрозионных ложбин стока), со светло-каштановыми почвами под мелкодерновиннозлаково (<i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Stipa gobica</i> , <i>S. krylovii</i>)-луковой (<i>Allium polyrrhizum</i>) и луково-мелкодерновиннозлаковой пустынной (опустыненной) степью.
3.	Плоские и слабонаклонные опесчаненные поверхности возвышенной равнины с древнеозёрными отложениями и светло-каштановыми супесчаными почвами и автоморфными солонцами под чиево (<i>Achnatherum splendens</i>)-луковой (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>A. mongolicum</i>) псаммофитной пустынной степью, местами с участием такыровидных участков без растительности.
4.	Пологонаклонные опесчаненные поверхности возвышенной равнины и присклоновых шлейфов с древнеозёрными песчано-глинистыми отложениями (с многочисленными обособленными пологими песчаными буграми) и близким залеганием грунтовых вод, с автоморфными солонцами, светло-каштановыми и каштановыми (в т.ч. солонцеватыми) супесчаными почвами под комплексом мелкодерновиннозлаково (<i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Stipa gobica</i>)-луковой (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>A. mongolicum</i>) пустынной степи и псаммофитных чиевников на песках.
5.	Пологонаклонные поверхности возвышенной древнеозёрной равнины и присклоновых шлейфов овражно-балочной сети и речной долины (местами с небольшим участием промоин и такыровидных участков) с близким залеганием грунтовых вод и поверхностными песчаными наносами (часто бугристыми) со слабо развитыми песчаными солонцеватыми почвами и автоморфными солонцами под остепнёнными псаммофитными чиевниками, обычно с участием в травостое <i>Leymus chinensis</i> , <i>Allium mongolicum</i> , <i>Chenopodium album</i> .
6.	Пологие слабо опесчаненные склоны в верховьях овражно-балочной сети на древнеозёрной возвышенной равнине, с такыровидными участками и промоинами со слабо развитыми лугово-каштановыми солонцеватыми почвами и полугидроморфными солонцами под остепнёнными вострецово (<i>Leymus chinensis</i>)-луковыми (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>A. mongolicum</i>) чиевниками.
7.	Плоские слабо дренируемые поверхности древнеозёрной возвышенной равнины с полугидроморфными солонцами, слабо развитыми солонцовыми почвами, под комплексом опесчаненных участков с галофильнозлаково (<i>Puccinellia tenuiflora</i> , <i>Hordeum roshevitzii</i>)-вострецовыми чиевников, такыровидных участков с разреженными пионерными группировками и небольшим участием в микропонижениях мелкотравно (<i>Plantago salsa</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i>)-галофильнозлаковых лугов.
ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
8.	Пологий природниковый опесчаненный участок склона речной долины с участием бугристых песков, с полугидроморфными солонцами под деградированным выпасом мелкотравным (<i>Plantago salsa</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Saussurea amara</i>) остепнённым галофитным лугом в комплексе с псаммофитными чиевниками.

Продолжение таблицы 5.

ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
9.	Природниковые и прирусловые пологие опесчаненные экотопы с близким залеганием грунтовых вод, со слабо развитыми слоистыми засоленными почвами под деградированными выпасом мелкотравно (<i>Saussurea amara</i> , <i>Chenopodium accuminatum</i> , <i>Taraxacum leucanthum</i>)-злаковыми (<i>Leymus chinensis</i> , <i>Hordeum roshevitzii</i> , <i>Phragmites communis</i> , <i>Achnatherum splendens</i>) остепнёнными галофитными лугами.
10.	Присклоновая аккумулятивно-эрозионная часть речной долины с песчаными наносами, со слабо развитыми слоистыми почвами и гидроморфными солонцами с комплексом реомюриево (<i>Reaumuria songarica</i>)-чиево-вострещового галофитного луга (обычно с участием <i>Nitraria sibirica</i> , <i>Salsola passerina</i>) и псаммофитного чиевника с вострещом, <i>Allium mongolicum</i> , <i>Artemisia arenaria</i> .
11.	Плоская недренированная прирусловая часть речной долины с участием такыровидных участков, с примитивными солончаковыми почвами под мелкотравно (<i>Plantago salsa</i> , <i>Saussurea amara</i>)-ячменно (<i>Hordeum roshevitzii</i>)-бескильницевыми (<i>Puccinellia tenuiflora</i>) солончаковыми лугами.
12.	Природниковые пологонаклонные переувлажнённые участки склонов и плоских днищ овражно-балочной сети древнеозёрной возвышенной равнины (с криогенными кочками вблизи родников) с лугово-болотными мерзлотными слабо засоленными почвами под мелкотравно (<i>Potentilla anserina</i> , <i>Halerpestes sarmentosa</i> , <i>Plantago salsa</i>)-осочково (<i>Carex enervis</i>)-злаковыми (<i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>Agrostis trinii</i> , <i>Puccinellia tenuiflora</i>) и деградированными осочково-злаково-мелкотравными болотистыми лугами.
ЭКОСИСТЕМЫ С НЕСФОРМИРОВАВШИМСЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВОМ	
13.	Сильно подверженные водной эрозии склоны и присклоновые шлейфы овражно-балочной сети и долины р. Баян-Гол с обнажёнными древнеозёрными песчано-глинистыми отложениями и разреженными и разрозненными поселениями отдельных степных видов (<i>Achnatherum splendens</i> , <i>Caragana microphylla</i> , <i>Convolvulus ammanii</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Allium polyrrhizum</i>).
14.	Сложная мозаика водно-эрозионных и аккумулятивных форм микрорельефа (промоины, останцы речной террасы, песчаные наносы) наклонного к речной долине эродируемого присклонового шлейфа возвышенной древнеозёрной равнины с несформировавшимся почвенным покровом и комбинацией фрагментов луковых и луково-дерновиннозлаковых пустынно (и опустыненно)-степных сообществ, остепнённых вострещовых и солонцовых мелкотравно (<i>Saussurea amara</i> , <i>Plantago salsa</i>)-злаковых (<i>Puccinellia tenuiflora</i> , <i>Hordeum roshevitzii</i>) лугов, псаммофитных чиевников, пионерных группировок и участков открытого грунта без растительности.
15.	Такыровидные плоские участки открытого грунта, местами с разреженными группировками пионерных степных видов.
16.	Аллювиальные пески пересыхающего русла р. Баян-Гол.

Сложная мозаика водно-эрозионных и аккумулятивных форм микрорельефа (промоины, останцы речной террасы, песчаные наносы) наклонной к речной долине краевой части возвышенной древнеозёрной равнины и эродируемого присклонового шлейфа с несформировавшимся почвенным покровом представлена комбинацией фрагментов луковых и луково-дерновиннозлаковых пустынно- и опустыненно-степных сообществ, остепнённых

вострецовых и солончаковатых мелкотравно (*Saussurea amara*, *Plantago salsa*)-злаковых (*Puccinellia tenuiflora*, *Hordeum roshevitzii*) лугов, псаммофитных чиевников, пионерных группировок и участков открытого грунта без растительности (всего около 8% МУ). Сильно эродированные экотопы, подверженные водной линейной эрозии, плоскостному смыву почвенного слоя и оползневым процессам, с несформировавшимся почвенно-растительным покровом, занимают около 13.5% площади МУ.

Гидроморфные экосистемы связаны с местообитаниями, хорошо увлажняемыми грунтовыми водами. На нижних участках пологих природниковых и приречных склонов встречаются деградированные пасущимся скотом мелкотравно (*Plantago salsa*, *Saussurea amara*, *Chenopodium accuminatum*, *Taraxacum leucanthum*)-злаковые (*Leymus chinensis*, *Hordeum roshevitzii*, *Phragmites communis*, *Achnatherum splendens*) остепнённые галофитные луга, общая площадь которых – чуть более 1% от площади модельного участка.

Отдельные фрагменты присклоновой аккумулятивно-эрозионной части речной долины со слабо развитыми слоистыми солонцовыми почвами и песчаными наносами заняты комплексом реомюриево (*Reaumuria songarica*)-чиево-вострецового галофитного луга (обычно с участием *Nitraria sibirica* и *Salsola passerina*) и псаммофитного чиевника с вострецом, *Allium mongolicum* и *Artemisia arenaria*.

Большие площади (свыше 3.6% от общей) – это плоская не дренированная прирусловая часть речной долины с участием такыровидных участков, с примитивными засоленными почвами, на которых сформировались мелкотравно (*Plantago salsa*, *Saussurea amara*)-ячменно (*Hordeum roshevitzii*)-бескильницевые (*Puccinellia tenuiflora*) галофитные луга.

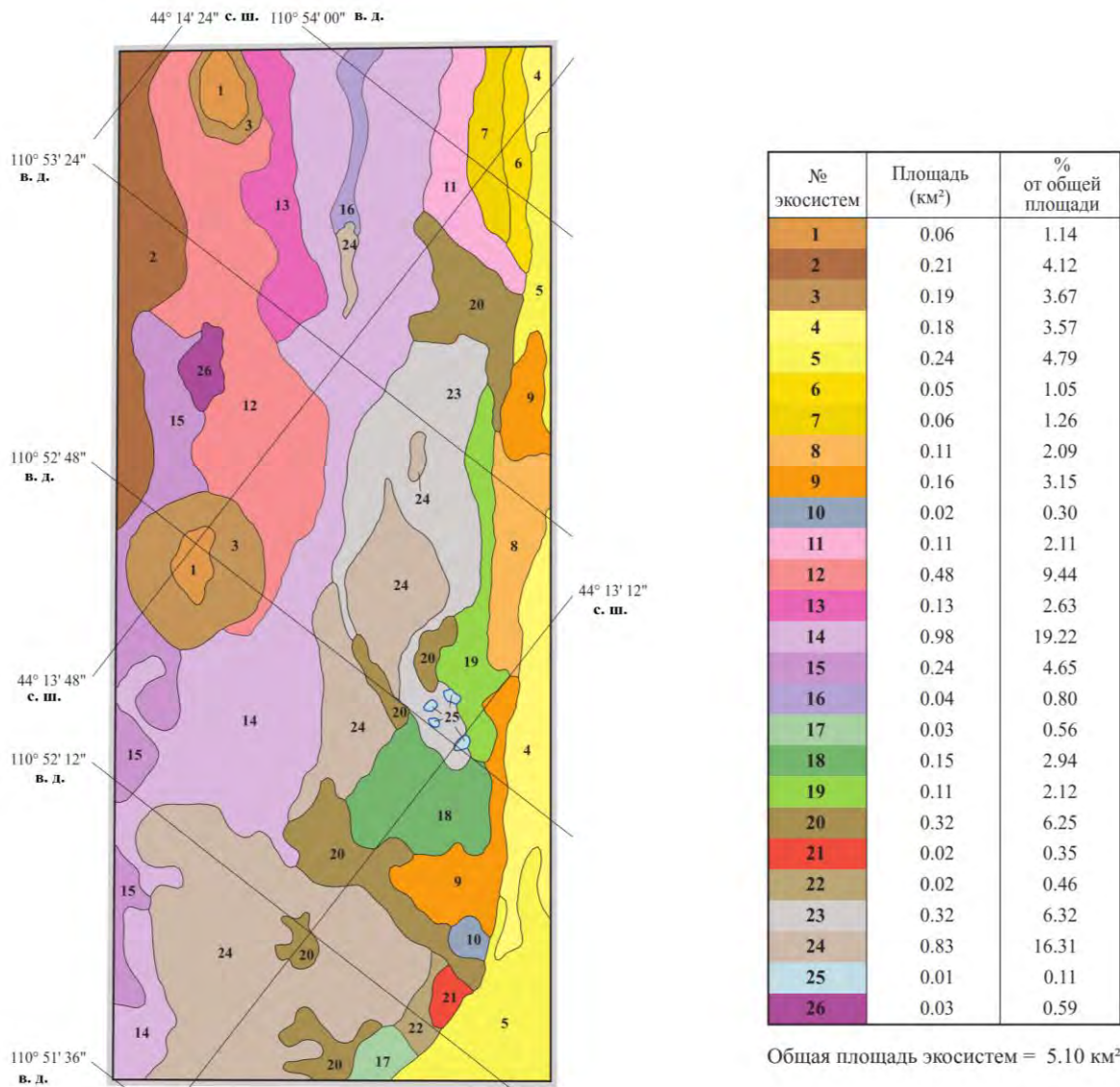
На природниковых переувлажнённых участках пологих склонов, на которых выклинивающиеся грунтовые воды часто заливают закоркаренную поверхность, с лугово-болотными мерзлотными (иногда засоленными) почвами, а также по плоским переувлажнённым днищам овражно-балочной сети распространены мелкотравно (*Potentilla anserina*, *Halerpestes sarmentosa*, *Plantago salsa*)-осочково (*Carex enervis*)-злаковые (*Hordeum brevisubulatum*, *Agrostis trinii*, *Puccinellia tenuiflora*) и деградированные осочково-злаково-мелкотравные болотистые луга. Растительность этих экосистем подвержена наиболее сильным пастбищным нагрузкам, поэтому травостой лугов, очевидно изначально имевших различный видовой состав у родников и по днищам балок и оврагов, в результате пасторальной дигрессии стал практически идентичным.

Наличие и близость питьевых источников в пределах модельных участков предопределили скопление здесь пастбищных животных, особенно в засушливые сезоны. Однако менее 10% пастбищ, главным образом вблизи родников и у реки, имеют сильную пасторальную дигрессию (оценка 4); антропогенная нарушенность 80% площади экосистем МУ оценивается как средняя (3), лишь на отдельных участках приближаясь к сильной степени.

МУ «Бурдэнэбулаг» находится западнее других участков: около 280 км к З-Ю-З от МУ «Ганга» (на 100 км южнее по широте) и 230 км к Ю-З от МУ «Бурт», в 30 км к Ю-Ю-З от сомонного центра Эрдэнэ в пустынно-степном природном районе Восточной Гоби.

Основу зональной растительности этого природного района составляют ковыльковые (*Stipa gobica*), луковые (*Allium polyrrhizum*) и солянково (*Salsola passerina*, *Anabasis brevifolia*, *Reaumuria songarica*)-луковые пустынные степи при заметном участии ковыльково-карагановых (*Caragana microphylla*) и борбудургановых (*S. passerina*) полупустынных сообществ. Зональные почвы светло-каштановые.

Участок ориентирован в юго-западном направлении, имеет прямоугольную форму со сторонами 3.6 и 1.6 км и площадь 510.0 га (рис. 5). Он расположен в центре межгорной котловины, ограниченной с северо-запада и востока низкогорными грядами, а с юга и юго-запада – высоким массивом холмисто-грядовых эоловых песков Далай элс с отдельными барханами. Почвы депрессии засолены, преобладают солончаки, реже отмечаются солонцы и солонцы-солончаки.



Рельеф и особенности экотопов	Пролональные шлейфы			Песчаные отложения					Гидрогенная депрессия с озерными отложениями (засоленная)											
	Верхний уровень шлейфа	Нижний уровень	Насыщенный эрозивный	Массив эоловых песков	Песчаные шлейфы		Наносы по окраине гидрогенной депрессии		Верхний уровень, по границе с автоморфными экотопами		Средний уровень			Нижний уровень, с близкими грунтовыми водами		Описанию	Такер, покрытый крупными песчаными бурями			
Растительность:																				
АВТОМОРФНАЯ	Экстраэриальная	Полукустарничковая, полукустарничковая	1	2	3															
	Панмиксильная	Злаковая			4															
		Полукустарничковая, кустарничковая				5	6	7	8	9										
	Галофильнополукустарничковая									10										
ГИДРОМОРФНАЯ НА СОЛОНЧАХ	Поташниковая, галофильно-полукустарничковая										11	12	13	14	15	16				
	Луговая галофильнозлаковая																17	18	19	20
	С несформировавшимся растительным покровом	Разреженная галофильно-луговая																	21	
	Пионерные группировки																		22	
	Такеры																			23
	Мелкие водоёмы																			24
	Антропогенные объекты																			25
																				26

Рис. 5. Карта «Экосистемы модельного участка “Бурдэнэбулаг”».

Fig. 5. Map “Ecosystems of the “Burdenebulag” Key Site”.

Основная часть территории лежит в гидрогенной депрессии на озёрных песчано-глинистых отложениях древнего водоёма. На нижних уровнях депрессии ещё недавно были озёра, воды которых пополнялись грунтовыми водами из-под песчаного массива, небольшим ручьём с северо-востока и водами, поступавшими после ливневых осадков по сайрам с пролювиальных шлейфов низкогорий. В настоящее время они пересохли, оставив обширные площади такыров, под которыми ещё сохраняется водоносный слой, о чём свидетельствуют пробивающиеся местами сквозь плотный поверхностный слой побеги горца земноводного (*Persicaria amphibia*) и тростника (*Phragmites communis*). Уцелела лишь небольшая группа мелководных, сильно минерализованных озёрков у подножия песчаного массива, пополняемых водами, которые просачиваются под песками.

Экосистемы модельного участка картографировались в масштабе 1 : 20000. Была подготовлена карта экосистем, легенда которой включает 26 типов и сочетаний типов экосистем: 25 природных и 1 антропогенная (занимает 0.6% от общей площади участка). Автоморфные экосистемы составляют 25.1% от территории МУ: из них 35.5% приходится на экстразональные пустынные экосистемы, а 64.5% – это псаммофитные экосистемы песков Далай элс, в растительном покрове которых тоже преобладают виды пустынной зоны (рис. 5, табл. 6).

Гидроморфные экосистемы распространены на 74.3% поверхности участка, представляющей ложе высохшего водоёма с засоленными озёрными отложениями: 50.7% – экосистемы со сформированным почвенно-растительным покровом, 7.1% – зарастающие группировками пионерных видов галофильных растений, 16.5% – без растительности, из которых 99% представлены чистыми такырами на месте недавно высохших озёр, остальное принадлежит нескольким небольшим мелководным, сильно минерализованным озёркам.

Таблица 6. Легенда к карте «Экосистем модельного участка “Бурдэнэбулаг”».

Table 6. Legend to the “Ecosystems of the “Burdennebulag” Key Site” map.

АВТОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
Экстразональные (пустынные)	
1.	Песчано-щебнистые вершины куполообразных останцов пролювиальных шлейфов (гаммады) с серо-бурыми и палево-бурыми почвами под сильно разреженной полукустарничковой (<i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Anabasis brevifolia</i> , <i>Nitraria sibirica</i> , <i>Sympegma regelii</i>) с небольшим участием луков (<i>Allium mongolicum</i> , <i>A. polyrrhizum</i>) пустынной растительностью.
2.	Нижняя часть южного опесчаненного пролювиального шлейфа с серо-бурыми почвами под полукустарничковой (<i>Salsola passerina</i> , <i>Potaninia mongolica</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Kalidium foliatum</i> , <i>Anabasis brevifolia</i> , с небольшим участием луков и <i>Rheum nanum</i>) пустынной растительностью.
3.	Периферийные наклонные участки куполообразных останцов пролювиальных шлейфов, эродированные сайрами, с палево-бурыми солонцеватыми и сайрово-пустынными почвами и автоморфными солонцами под галофильнополукустарничковыми (<i>Kalidium foliatum</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Nitraria sibirica</i>) с небольшим участием саксаула (<i>Haloxylon ammodendron</i>), лука монгольского (<i>Allium mongolicum</i>) и чия (<i>Achnatherum splendens</i>) пустынными сообществами (фото 23).
Псаммофитные (пустынные)	
4.	Массив эловых грядовых песков «Далай элс» с сочетанием полузакреплённых разреженными караганово (<i>Caragana korshinskii</i>)-песчаницевыми (<i>Psammochloa villosa</i>) группировками песчаных гряд, развеваемых песков и, в межгрядовых понижениях, разреженных полукустарничковых (<i>Artemisia caespitosa</i> , <i>Sympegma regelii</i>) с участием <i>Caragana korshinskii</i> песчаницы и <i>Astragalus mongolicus</i> сообществ.

Продолжение таблицы 6.

АВТОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
Псаммофитные (пустынные)	
5.	Массив эоловых полого-грядовых песков с песчаницево-песчанополынными (<i>Artemisia arenaria</i> , местами с <i>A. caespitosa</i>) сообществами, с участием пятен развеваемых песков;
6.	Пологонаклонный к гидроморфной депрессии песчаный шлейф от массива эоловых песков с разреженной песчаницево-полынно (<i>Artemisia caespitosa</i> , <i>A. xerophytica</i>)-карагановой (<i>Caragana korshinskii</i>) растительностью.
7.	Плоское подножие песчаного массива перед гидроморфной депрессией с песчаными слабо развитыми палево-бурыми почвами и автоморфными опесчаненными солонцами под мелкодерновиннозлаково (<i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Stipa gobica</i>)-кустарниковыми (<i>Caragana korshinskii</i> , <i>Iljinia regelii</i>) пустынными сообществами, с небольшим участием лука монгольского и чия.
8.	Экотонная зона между гидроморфной депрессией и песчаным массивом; пологонаклонный песчаный шлейф с полугидроморфными опесчаненными солонцами и засоленными полужакопленными песками, с комплексом песчаницево-солодково (<i>Glycyrrhiza uralensis</i>)-селитрянковых, а на плоских экотопах – разреженных песчаницевых (<i>Psammodochloa villosa</i>) сообществ.
9.	Пологобугристые пески (у основания песчаного массива), покрывающие южную периферию высохшего водоёма, с саксаулово-селитрянковым (<i>Nitraria sibirica</i>) сообществом, с небольшим участием <i>Synomorium songaricum</i> , <i>Iljinia regelii</i> , а в микропонижениях – тростника (<i>Phragmites communis</i>).
10.	Плоская южная окраина гидроморфной депрессии у подножия массива эоловых песков; опесчанено и покрыто щебнем, на полугидроморфном солонце под разреженной галофильнополукустарничковой (<i>Reaumuria songarica</i> , <i>Kalidium foliatum</i> , <i>Nitraria sibirica</i> , <i>Salsola passerina</i>) пустынно-солонцовоой растительностью, с участием саксаула (<i>Haloxylon ammodendron</i>).
ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (ЗАСОЛЁННЫЕ)	
11.	Южная окраина гидроморфной депрессии с опесчаненным гидроморфным типичным солончаком под змеёвково (<i>Cleistogenes squarrosa</i>)-луково (<i>Allium mongolicum</i>)-галофильнополукустарничковой (<i>Kalidium foliatum</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Nitraria sibirica</i>) растительностью.
12.	Северная окраина гидроморфной депрессии (верхний уровень) с гидроморфным типичным солончаком и лугово-бурыми солонцами под поташниково (<i>Kalidium foliatum</i>)-луковой (<i>Allium polyrrhizum</i> , местами с <i>A. mongolicum</i>) и луково-поташниковой (иногда с участием <i>Nitraria sibirica</i> и <i>Salsola passerina</i>) растительностью.
13.	Северная бугристо-мочажинная окраина гидроморфной депрессии (средний уровень) с гидроморфными типичным и луговым солончаками под комплексом осоково (<i>Carex korshinskyi</i> , <i>C. enervis</i> , <i>C. duriuscula</i>)-бескильницево (<i>Puccinellia tenuiflora</i>)-лукового (<i>Allium polyrrhizum</i> , <i>A. mongolicum</i>) остепнённого лугового солончака в микропонижениях, обычно с участием однолетних злаков (<i>Setaria viridis</i> , <i>Enneapogon borealis</i>), а на невысоких песчаных буграх – псаммогалофильного полукустарничкового (<i>Nitraria sibirica</i> , <i>Kalidium foliatum</i> , <i>Reaumuria songarica</i>) галофитного сообщества с небольшим участием чия.
14.	Центральная плоская часть гидроморфной депрессии (средний уровень) на древнеозёрных песчано-глинистых отложениях, иногда с бугристым микрорельефом, с гидроморфными пухлыми солончаками под поташниковым сообществом, местами с небольшим участием <i>Nitraria sibirica</i> , иногда с <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Suaeda corniculata</i> , <i>Iljinia regelii</i> .

Продолжение таблицы 6.

ГИДРОМОРФНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (ЗАСОЛЁННЫЕ)	
15.	Слабое понижение в предшлейфовой части гидроморфной депрессии с близким залеганием грунтовых вод, с гидроморфными типичным солончаком под селитрянково-поташниковым сообществом, обильно зарастающим однолетними злаками (<i>Setaria viridis</i> , <i>Aristida heymanii</i> , <i>Chloris virgata</i> , <i>Enneapogon borealis</i>).
16.	Прирусловое понижение у сухого сайра (с локальными песчаними наносами) по тальвегу гидроморфной депрессии с гидроморфными типичным и луговым солончаками, с участием сайровых почв, под злаково (<i>Puccinellia tenuiflora</i> , <i>Phragmites communis</i>)-поташниковым с однолетниками (<i>Bassia dasyphylla</i> , <i>Chenopodium accuminatum</i> , <i>C. glaucum</i> , <i>Atriplex sibirica</i> , <i>Tribulus terrestris</i>) лугово-солончаковым сообществом, при участии на песках <i>Tamarix ramosissima</i> .
17.	Южная слабо наклонная окраина гидроморфной депрессии у основания массива эоловых песков; грунтовые воды – близко к поверхности, тонкий песчаный слой на гидроморфных луговом и типичном корковом солончаках под ирисово (<i>Iris lactea</i>)-солодковым солончаковым лугом с участием чия и <i>Leymus paboanus</i> .
18.	Плоское с микропонижениями днище гидроморфной депрессии (в центре МУ) с гидроморфными луговыми солончаками на озёрных отложениях под ирисово (<i>Iris lactea</i>)-тростниковым с участием бескильницы и чия болотистым солончаковым лугом.
19.	Гидроморфная депрессия; опесчаненная окраина старого днища озера с чиево-тростниковым с небольшим участием солодки, селитрянки и <i>Artemisia anethifolia</i> болотистым солончаковым лугом на луговом солончаке.
20.	Днище гидроморфной депрессии; старый такыр с многочисленными крупными песчаными буграми, заросшими селитрянкой, часто совместно с поташником (иногда с участием саксаула), в комплексе с плоскими межбугорными понижениями, представленными низкорослой разреженной порослью тростника, или такырами без растительности.
ЭКОСИСТЕМЫ С НЕСФОРМИРОВАВШИМСЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫМ ПОКРОВОМ	
21.	Участок присклонового песчаного шлейфа от массива эоловых песков, размытый и эродированный выклинивающимися грунтовыми водами, и прилегающая покрытая щебнем часть старого озёрного дна с разреженной ирисово-злаковой (<i>Phragmites communis</i> , <i>Leymus paboanus</i>) солончаково-луговой растительной группировкой, с участием <i>Nitraria sibirica</i> , <i>Saussurea salsa</i> .
22.	Верхняя, прилегающая к размытому песчаному шлейфу, покрытая щебнем часть старого озёрного дна с крайне разреженной пионерной группировкой (<i>Phragmites communis</i> , <i>Iris lactea</i> , <i>Saussurea amara</i>).
23.	Старое песчано-глинистое днище высохшего мелководного озера (такыр), начинающее зарастать невысоким тростником, местами с участием песчаных бугров с селитрянкой;
24.	Такыры (днища высохших озёр без растительного покрова), иногда с единичным участием песчаных бугров с селитрянкой; по окраинам крупных такыров многочисленные промоины от временных водотоков.
25.	Небольшие мелководные солёные водоёмы (озёра), подпитываемые грунтовыми водами из-под песчаного массива.
АНТРОПОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	
26.	Площадка с уничтоженной растительностью и нарушенным почвенным покровом в результате использования в качестве временного загона для табунов лошадей и для других видов скота.



Фото 23. Заяц-толай в поташниковом сообществе (МУ «Бурдэнэбулаг»).
Photo 23. Tolai hare in a *Kalidium* community (“Burdenebulag” key plot).

В почвенно-растительном покрове участка отчётливо видно влияние котловинного эффекта, особенно в автоморфных экосистемах. Здесь формируются пустынные экосистемы, являющиеся экстразональными для этого пустынно-степного природного района.

На севере нижние уровни песчано-щебнистых пролювиальных шлейфов с серо-бурыми и палево-бурыми почвами и останцы шлейфов, заходящие в пределы гидрогенной депрессии, заняты пустынными полукустарничковыми (*Salsola passerina*, *Reaumuria songarica*, *Anabasis brevifolia*, *Potaninia mongolica*, *Nitraria sibirica*, *Sympegma regelii*, *Kalidium foliatum*) сообществами, местами с небольшим участием *Allium mongolicum*, *A. polyrrhizum*, *Haloxylon ammodendron*, *Rheum nanum*).

Вершины полуразмытых останцов представляют собой типичные гаммады с крайне разреженной пустынной растительностью.

Пустынный характер имеет и псаммофитная растительность песчаного массива Далай элс, примыкающего к гидрогенной депрессии с юго-востока, включая песчаные шлейфы и часть эловых бугристых песков на южной его окраине.

Большие площади песчаных гряд не закреплены растительностью или слабо закреплены песчаницей (*Psammochloa villosa*), а в межрядовых подветренных местообитаниях редкостойными полукустарничковыми (*Artemisia caespitosa*, *Sympegma regelii*) пустынными группировками с участием *Caragana korshinskii*. Пески с более выположенным грядовым рельефом имеют и более прочное поверхностное закрепление песчаницево-песчанополынной растительностью (*Artemisia arenaria*, местами с *A. caespitosa*).

На пологонаклонном от песчаного массива к гидроморфной депрессии шлейфе по мере усиления плотности песчаного основания прослеживается серийный ряд псаммофитных пустынных сообществ: разреженное песчаницево-полынно (*Artemisia caespitosa*, *A. xerophytica*)-карагановое (*Caragana korshinskii*) и мелкодерновиннозлаково (*Cleistogenes*

squarrosa, *Stipa gobica*)-кустарниковое (*Caragana korshinskii*, *Ijinia regelii*) с небольшим участием *Allium mongolicum* и чия (*Achnatherum splendens*) на слаборазвитых палево-бурых почвах.

На юге МУ «Бурдэнэбулаг» грунтовые воды, выходящие из-под песков, размывают нижние уровни песчаных шлейфов; эти выположенные подножия песчаного массива с близкими грунтовыми водами – экотонная полоса перед гидроморфными экосистемами депрессии. Здесь отмечается комплекс песчаницево (*Psammochloa villosa*)-солодково (*Glycyrrhiza uralensis*)-селитрянковых (*Nitraria sibirica*) и разреженных песчаницевых (*Psammochloa villosa*) сообществ на плоских экотопах.

Эоловый перенос сформировал на южной периферии недавно высохшего водоёма полосу пологобугристых песчаных отложений с саксаулово (*Haloxylon ammodendron*)-селитрянковым (*Nitraria sibirica*) сообществом, в котором небольшое участие принимают *Cynatorium songaricum* и *Ijinia regelii*, а в микропонижениях – низкорослый тростник (*Phragmites communis*).

У основания песчаного массива встречаются пологие, слабо опесчаненные щебнистые экотопы с автоморфными солончаками, на которых развивается галофильнополукустарничковая (*Reaumuria songarica*, *Kalidium foliatum*, *Salsola passerina*, *Nitraria sibirica*) с участием саксаула (*Haloxylon ammodendron*) пустынно-солончаковая растительность.

Гидроморфные экосистемы модельного участка сформировались на месте высохших минерализованных водоёмов с засоленными озёрными песчано-глинистыми отложениями, поэтому почвы этих экосистем в большей или меньшей степени засолены, а растительный покров изобилует галофильными элементами.

Узкая окраинная часть гидрогенной депрессии на востоке МУ при переходе к автоморфным песчаным экотопам представлена змеёвково (*Cleistogenes squarrosa*)-монгольсколуково (*Allium mongolicum*)-галофильнополукустарничковым (*Kalidium foliatum*, *Reaumuria songarica*, *Nitraria sibirica*) остепнённым солончаком.

По выположенным экотопам на высоком уровне северной части депрессии с типичными гидроморфными солончаками распространены остепнённые поташниково (*K. foliatum*)-луковые (*Allium polyrrhizum*, местами с *A. mongolicum*), и луково-поташниковые (иногда с участием *Nitraria sibirica* и *Salsola passerina*) солончаковые сообщества, а на местообитаниях с бугристо-мочажинным микрорельефом – комплекс осоково (*Carex korshinskyi*, *C. enervis*, *C. duriuscula*)-бескильницево (*Puccinellia tenuiflora*)-лукового (*Allium polyrrhizum*, *A. mongolicum*), обычно с участием однолетних злаков *Setaria viridis*, *Enneapogon borealis*, а на невысоких песчаных буграх – псаммогалофильного полукустарникового (*Nitraria sibirica*, *Kalidium foliatum*, *Reaumuria songarica*) остепнённых солончаков.

Выположенная территория (иногда приобретающая мелкобугристый микрорельеф) на среднем уровне гидроморфной депрессии (в центре МУ) с древнеозёрными песчано-глинистыми отложениями занята поташниковым пухлым солончаком, местами с небольшим участием *Nitraria sibirica*, иногда с *Reaumuria songarica*, *Salsola passerina*, *Suaeda corniculata* и *Ijinia regelii*. В слабом понижении рельефа депрессии с неглубоким залеганием грунтовых вод (перед предгорным шлейфом) на гидроморфных солончаках развивается селитрянково-поташниковая солончаковая растительность, с обилием многочисленных видов однолетних злаков (*Setaria viridis*, *Aristida heymanii*, *Chloris virgata*, *Enneapogon borealis*). На северо-востоке МУ прирусловое понижение у сухого сайра в тальвеге гидроморфной депрессии отмечено злаково (*Puccinellia tenuiflora*, *Phragmites communis*)-поташниковым с однолетниками (*Bassia dasyphylla*, *Chenopodium accuminatum*, *C. glaucum*, *Atriplex sibirica*, *Tribulus terrestris*) луговым солончаком при участии *Tamarix ramosissima* на песчаных наносах.

Растительные сообщества, в которых *Kalidium foliatum* является доминантом или содоминантом, составляют более 40% от всей территории модельного участка.

На слабонаклонной окраине в южной части гидроморфной депрессии у основания

массива эоловых песков с тонким песчаным слоем и расположенными близко к поверхности грунтовыми водами сформировалось ирисово (*Iris lactea*)-солодковое лугово-солончаковое растительное сообщество с участием чия и *Leymus paboanus* на гидроморфном луговом солончаке.

На отдельных размытых грунтовыми водами участках плоского подножия песчаного массива почвенно-растительный покров ещё не сформировался; здесь появляются разреженные пионерные группировки из галофильных растений (*Phragmites communis*, *Leymus paboanus*, *Iris lactea*, *Nitraria sibirica*, *Saussurea salsa*).

Слегка приподнятые над уровнем такыров плоские и не засыпанные песком участки днища гидроморфной депрессии занимают ирисово-тростниковые с участием бескильницы и чия болотистые солончаковые луга на засоленных такыровидных почвах и луговых солончаках.

Недавно высохшие озёра усыхали поэтапно, поэтому уровни их регрессии хорошо прослеживаются по характеру образования растительного покрова. Нижние уровни озёрного ложа – это такыры, часто с вязкими переувлажнёнными озёрными отложениями. Выше располагаются плотные такыры, местами прорезанные сетью промоин и начинающие покрываться редкой порослью тростника. На верхнем уровне такыров сформировалось сочетание плоских экотопов с порослью низкорослого тростника и высоких (до 2 м) отдельно стоящих песчаных бугров, на которых поселившаяся селитрянка, часто вместе с поташником, прочно удерживают своими корнями песчаные бугры от разрушения водой и ветром.

На юге МУ по верхней окраине днища высохшего озера вдоль подножья песчаного массива, где просачивающиеся грунтовые воды находятся близко к опесчаненной поверхности, проходит узкая полоса чиево-тростникового болотистого солончакового луга с небольшим участием солодки, селитрянки и полыни (*Artemisia anethifolia*) на луговых солончаках.

Территория модельного участка входит в площадь государственного заказника «Бурдэнэ-булаг», экосистемы которого не сильно подвергаются антропогенному прессу, чему немало благоприятствует отсутствие близких источников питьевой воды. Тем не менее, здесь тоже выпасают скот, главным образом лошадей и коров. На одном из участков, используемых для выпаса и сбора табунов для ночёвки, полностью уничтожена растительность и нарушен почвенный покров.

В целом антропогенная нарушенность пустынных пастбищ предгорных шлейфов слабая (оценка 2), а псаммофитных экосистем – очень слабая (1) или слабая и лишь местами вблизи скотопрогонов усиливается до средней (3). Состояние растительности гидроморфных экосистем, где выпасается большая часть поголовья скота, оценивается как средне- и слабонарушенное, однако пасторальная дигрессия растительного покрова экосистем у подножья песчаного массива, где в травостое доминируют галофильные злаки, может быть сильной (4).

На севере МУ среди поташниковых сообществ с обилием луков и злаков обитает крупная популяция зайца-толая (*Lepus tolai*), а со стороны предгорий приходят кормиться джейраны. Немало здесь и хищников, таких как волки и корсаки.

Выводы

1) На юго-востоке Монголии зональная смена природных экосистем идёт в юго-западном направлении, что вызвано климатическими особенностями региона, в т.ч. усилением к юго-западу аридности климатических показателей и проявлением высотной поясности в связи с общим снижением в этом направлении абсолютных высот рельефа местности.

Такая смена подтверждается результатами исследований экосистем модельных участков и их картографированием. В границах гидрогенных модельных участков распространены

не только гидроморфные экосистемы, формирующиеся в условиях повышенного (грунтового, пойменного, выпотного, натёчного, застойного) эдафического увлажнения, т.е. увлажнённости почвогрунта, непосредственно влияющего на жизнь растений и других ценобионтов (Погребняк, 1968), но и автоморфные экосистемы с нормальным атмосферным и слабым натёчным увлажнением экотопов.

Изменение степени эдафического увлажнения ведёт к смене условий почвообразования и процентного соотношения представителей различных экоморф в структуре растительного покрова. Особое внимание при исследованиях экосистем модельных участков уделялось изменениям состава и структуры растительных сообществ, как наиболее физиономичных и чутких признаков ландшафта (Мяло, Горяинова, 1980).

На обследованных МУ автоморфные экосистемы представлены зональными степями и экстразональными пустынями, включая их псаммофитные и петрофитные варианты, а гидроморфные экосистемы – гидроморфными солонцами, солончаками и различными типами лугов.

На северо-востоке (МУ «Ганга» и «Дарьганга») на плакорных экотопах с абсолютными высотами 1230-1300 м н.у.м. БС среди зональных экосистем доминируют сухостепные с каштановыми почвами. На МУ «Баянгол», расположенном к западу-юго-западу, на плакорах с абсолютными высотами 1070-1090 м н.у.м. БС зональные экосистемы представлены уже пустынно-степными сообществами на светло-каштановых почвах.

На самом юго-западном модельном участке «Бурдэнэбулаг», на котором автоморфные экосистемы предгорных равнин замкнутой котловины располагаются на высотах 970-980 м н.у.м. БС, благодаря действию котловинного эффекта преобладает экстразональная пустынная растительность на палево-бурых и серо-бурых почвах среди распространённых на плакорных местообитаний за пределами котловины пустынно-степных сообществ на бурых пустынно-степных почвах.

Псаммофитные экосистемы песков тоже изменяются в сторону опустынивания в юго-западном направлении. На северо-востоке на песках Молцог распространены сухостепные сообщества с обилием крупных кустарников (*Salix macrostachya*, *Amygdalus pedunculata*) и вязов (*Ulmus pumila*). Псаммофитная растительность песков Онгон-элс, расположенных северо-западнее Молцога, вблизи границ МУ «Бурт», представлена опустыненностепными сообществами, часто с доминированием караганы мелколистной (*Caragana microphylla*).

На песчаном массиве Далай-элс в границах модельного участка «Бурдэнэбулаг» дюны развеваемых песков сочетаются уже с пустынными сообществами ксерофитных полукустарников, кустарников, полукустарничков (*Artemisia arenaria*, *A. caespitosa*, *A. xerophytica*, *Ilijinia regelii*, *Caragana korshinskii*), саксаула и песками, ползузакреплёнными песчаницей (*Psammochloa villosa*).

Среди гидроморфных экосистем солонцово-солончакового комплекса по мере продвижения в юго-западном направлении и усиления аридности наблюдается повышение засоленности местообитаний и увеличение в доле состава фитоценозов – галофитов.

На территориях восточных МУ засоленные гидроморфные экосистемы представлены главным образом галомезофильной растительностью на солонцах и луговых слабо засоленных почвах. Лишь на МУ «Дарьганга» отмечен небольшой участок гидроморфного приозёрного солончака с лугово-солончаковой растительностью.

На МУ «Баянгол» полностью преобладают солонцовые почвы на древнеозёрных отложениях возвышенной равнины, в большей или меньшей степени перекрытых плащом четвертичных оловых и элювиальных отложений, поэтому здесь распространены галопсаммофитные сообщества с чием.

Участки солончаков с лугово-солончаковой растительностью приурочены к прирусловой части реки Баян-Гол. На МУ «Бурт», расположенном на самых низких среди модельных участков абсолютных высотах, в 70 км северо-западнее МУ «Баянгол», солончаковые экосистемы уже занимают значительные площади в окружении гидроморфных луговых

и солонцовых местообитаний. На гидроморфных типичных и луговых солончаках здесь развиваются растительные сообщества луговых и полукустарничковых солончаков с настоящими галофитами: *Kalidium foliatum*, *K. gracile*, *Suaeda salsa*, *Reaumuria songarica*, *Nitraria sibirica*.

Лишённая поверхностной влаги территория МУ «Бурдэнэбулаг», лежащего в пустынной котловине на дне пересохшего солёного водоёма, представлена преимущественно типичными гидроморфными солончаками с пустынно-солончаковой растительностью (*Kalidium foliatum*, *Nitraria sibirica*, *Reaumuria songarica*) и такырами с пионерными солончаковыми группировками; отмечены небольшие участки луговых солончаков и солонцов.

Главным фактором развития и изменения луговых экосистем является характер увлажнения местообитаний, объём и степень минерализации поступающей влаги. Существенных зональных отличий между почвами и растительностью луговых и болотисто-луговых экосистем модельных участков с питанием преимущественно грунтовыми водами и временным обводнением водами озёр и небольших водотоков не отмечено. Особенностью луговых растительных сообществ (в границах модельных участков) является широкое распространение в составе их травостоя галофильных и галомезофильных видов: *Puccinellia tenuiflora*, *Hordeum brevisubulatum*, *H. roshevitzii*, *Leymus paboanus* *L. ovatus*, *Triglochin palustris*, *Bolboschoenus planiculmis*, *Artemisia anethifolia*, *Taraxacum leucanthum*, *Iris lactea*, *Saussurea amara*, *Plantago salsa*, что объясняется повсеместным распространением засоленных подстилающих пород и грунтовых вод, промывающих эти породы. На МУ «Бурдэнэбулаг», где нет поверхностных источников влаги, луговые экосистемы практически отсутствуют.

2. На модельных участках фоновое состояние (оценка 1) отмечено только на прибрежных лугах МУ «Ганга», мелководьях МУ «Дарьганга» и на лишённых растительности такырах и русловых песках. Очень сильной степенью деградации (оценка 5 – необратимая) характеризуются главным образом антропогенные экосистемы (объекты).

Основной причиной деградации природных экосистем гидроморфных депрессий на модельных участках является неконтролируемый, чрезмерно высокий для естественной ёмкости угодий выпас скота, следствием которого становится падение продуктивности угодий и обеднение видового состава растительных сообществ, ухудшение качества кормов из-за выпадения из травостоя ценных в кормовом отношении видов и распространении сбоевыносливых малоценных и сорных растений: *Carex duriuscula*, *Convolvulus ammannii*, *Ephedra sinica*, *Peganum nigellastrum*, *Artemisia arenaria*, *A. anethifolia*, *Chenopodium accuminatum*, *C. glaucum*, *Atriplex sibirica*, *Tribulus terrestris*, *Saussurea amara*, *Aconogonon sericeum*, *Silene repens*, *Plantago salsa*, *Suaeda corniculata*, *Taraxacum leucanthum*, *Iris lactea*, *Halerpestes sarmentosa*, *Potentilla anserina*.

Главными условиями, лимитирующими выпас избыточного количества домашних животных на пастбищах модельных участков, служат отсутствие доступных водопоев (МУ «Бурдэнэбулаг»), недостаток пригодных для большинства видов скота кормовых растений (солончаки и пески МУ «Бурдэнэбулаг»), недоступность кормов (топкие мелководные участки МУ «Дарьганга» и частично МУ «Бурт»), запрет выпаса и охрана территории (на приозёрной части МУ «Ганга»), рациональное ведение арадами выпаса животных и организация пастбищеоборота (МУ «Баянгол»).

3. Метод геоинформационного картографирования позволил подготовить цифровые ГИС-карты исследованных модельных участков, отображающие современную пространственную структуру наземных экосистем. С помощью ГИС быстро определяются географическое местоположение, занимаемая площадь и типологическая принадлежность (в соответствии с прилагаемой легендой) любого выдела (контура) этих карт.

Анализ содержания карт модельных участков даёт возможность проследить изменения, происходящие по мере усиления аридизации природных условий, как экосистем в целом,

так и формирующих их экологических факторов: засоленности, опесчаненности, эдафического увлажнения и других, – а также трансформацию в сторону аридности почвенного покрова и растительности.

Финансирование. Исследовательские работы выполнялись в рамках Государственного задания «Историческая экология и биогеоценология» № 0109-2019-0007.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. Бажа С.Н., Востокова Е.А., Гунин П.Д., Дугаржав Ч., Данжалова Е.В., Воробьев К.А., Прищепина А.В., Петухов И.А. 2013. Геоинформационное картографирование наземных экосистем бассейна Селенги на примере модельных участков (методические рекомендации) // Биологические ресурсы и природные условия. Труды совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ. Т. LVI. М.: Россельхозакадемия. 109 с.
2. Геоморфология Монгольской Народной Республики. 1982. М.: Наука. 256 с.
3. Губанов И.А. 1996. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: Валанг. 136 с.
4. Методология оценки состояния и картографирования экосистем в экстремальных условиях. 1993 / Ред. П.Д. Гунин, Е.А. Востокова. Пушкино: ПНЦ РАН. 203 с.
5. Мяло Е.Г., Горяинова И.Н. 1980. Современные проблемы геоботанической индикации, место геоботанической индикации в индикационных географических исследованиях // Итоги науки и техники. Т. 3. Серия биогеография. М. С. 25-56.
6. Национальный атлас Монгольской Народной Республики. 1990 / Ред. Ш. Цэгмид, В.В. Воробьев. Улан-Батор – М.: ГУГК – ГСК МНР – ГУГК СССР. 144 с. +246 карт.
1. Bazha SN, Vostokova EA, Gunin PD, Dugarzhav Ch, Danzhalova EV, Vorobyov KA, Prishchepa AV, Petukhov IA. Geoinformation mapping of terrestrial ecosystems of the Selenga basin using the example of model areas (methodological recommendations) [*Geoinformatsionnoye kartografirovaniye nazemnykh ekosistem basseyna Selengi na primere model'nykh uchastkov (metodicheskiye rekomendatsii)*] *Biological resources and natural conditions [Biologicheskkiye resursy i prirodnnyye usloviya] Proc. of the Joint Russian-Mongolian Complex Biological Expedition of the Russian Academy of Sciences and the Mongolian Academy of Sciences [Trudy sovmestnoy rossiysko-mongol'skoy kompleksnoy biologicheskoy ekspeditsii RAN i ANM]*. Moscow: Rossel'khozakademiya, 2013;LVI:109.
2. Geomorphology of the Mongolian People's Republic [*Geomorfologiya Mongol'skoy Narodnoy Respubliki*]. Moscow: Nauka, 1982:256.
3. Gubanov IA. Abstract of the flora of Outer Mongolia (vascular plants) [*Konspekt flory Vneshney Mongolii (sosudistyeye rasteniya)*]. Moscow: Valang, 1996:136.
4. Methodology for assessing the state and mapping of ecosystems in extreme conditions [*Metodologiya otsenki sostoyaniya i kartografirovaniya ekosistem v ekstremal'nykh usloviyakh*] / eds. P.D. Gunin, E.A. Vostokova. Pushchino: PNTs RAN, 1993:203.
5. Myalo EG, Goryainova IN. Modern problems of geobotanical indication, the place of geobotanical indication in geographic indication studies [*Sovremennyye problemy geobotanicheskoy indikatsii, mesto geobotanicheskoy indikatsii v indikatsionnykh geograficheskikh issledovaniyakh*]. *Results of Science and Technology [Itogi nauki i tekhniki] Biogeography Series [Seriya Biogeografiya]*.

7. *Погребняк П.С.* 1968. Общее лесоводство. 2-е изд. М.: Колос. 440 с.
8. Пустыни Заалтайской Гоби. 1986 // Биологические ресурсы и природные условия Монгольской Народной Республики. Природные условия, экосистемы и районирование. Т. ПVII. М.: Наука. 207 с.
9. *Юнатов А.А.* 1954. Кормовые растения пастбищ и сенокосов Монгольской Народной Республики. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 352 с.
10. Ecosystems of Mongolia Atlas. 1995. Scale 1 : 1000000. М.: SIEE. 15 p.
11. Ecosystems of Mongolia Atlas. 2019. Ulaanbaatar: ADMON Print. 264 p.
12. GBIF – Global Biodiversity Information Facility. 2024 [Электронный ресурс <https://www.gbif.org> (дата обращения 29.04.2024)].
13. National Atlas of Mongolia. 2022. 3rd ed. Ulaanbaatar: IGGeo MAS. 251 p.
14. Third National Communication of Mongolia (TNC). 2018. The Ministry of Environment and Tourism (MET) of Mongolia. 420 p.
15. *Tserennyam I.* 2013. Mongolia (map scale 1 : 1000000). UB: Gazryn zurag Co., Ltd. 1 p.
6. National Atlas of the Mongolian People's Republic [*Natsional'nyy atlas Mongol'skoy Narodnoy Respubliki*] / eds. Sh. Tsegmid, V.V. Vorobiev. Ulaanbaatar-Moscow: GUGK – GSK MPR – GUGK USSR, 1990: 144+246 maps.
7. Pogrebnyak PS. General forestry [*Obshcheye lesovodstvo*]. 2nd ed. Moscow: Kolos, 1968:440.
8. Deserts of the Trans-Altai Gobi [*Pustyni Zaaltayskoy Gobi*] *Biological resources and natural conditions of the Mongolian People's Republic [Biologicheskkiye resursy i prirodnyye usloviya Mongol'skoy Narodnoy Respubliki] Natural conditions, ecosystems and zoning [Prirodnyye usloviya, ekosistemy i rayonirovaniye]*. Moscow: Nauka, 1986;VII:207.
9. Yunatov AA. Forage plants of pastures and hayfields of the Mongolian People's Republic [*Kormovyye rasteniya pastbishch i senokosov Mongol'skoy Narodnoy Respubliki*]. Moscow-Leningrad: Izd-vo AN SSR, 1954:352.
10. Ecosystems of Mongolia Atlas. Scale 1 : 1000000. Moscow: SIEE, 1995:15.
11. Ecosystems of Mongolia Atlas. Ulaanbaatar: ADMON Print, 2019:264.
12. GBIF – Global Biodiversity Information Facility. 2024, Available at <https://www.gbif.org> (Date of Access 29/04/2024)].
13. National Atlas of Mongolia, 3rd ed. Ulaanbaatar: IGGeo MAS, 2022:251.
14. Third National Communication of Mongolia (TNC). The Ministry of Environment and Tourism (MET) of Mongolia, 2018:420.
15. *Tserennyam I.* Mongolia (map scale 1 : 1000000). UB: Gazryn zurag Co., Ltd., 2013:1.

UDC 911.2; 574.9

**CURRENT STATE OF NATURAL ECOSYSTEMS OF HYDROGENIC TERRITORIES
OF SOUTHEASTERN MONGOLIA ON THE EXAMPLE OF KEY SITES**

© 2024. I.A. Petukhov*, A.V. Andreev*, S. Khadbaatar**, E.V. Danzhalova*, S.N. Bazha*

**A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences
33, Leninsky Avenue, Moscow, 1119071, Russia. E-mail: monexp@mail.ru*

***Mongolian State University of Education
14, Baga-Toyruu Str., Mongolia, 21064 89, Ulaanbaator*

Received January 23, 2023. Revised January 30, 2024. Accepted March 01, 2024.

In 2023, in southeastern Mongolia, natural terrestrial ecosystems of hydrogenic depressions of 5 model sites and their land cover were surveyed as part of the scientific program of the Joint Russian-Mongolian Integrated Biological Expedition of the Russian and Mongolian Academies of Sciences.

Trends of changes in hydromorphic and automorphic ecosystems associated with differences in topographical conditions, such as decreasing absolute altitudes and increasing aridity from northeast to southwest were determined. Taking into account the nature and intensity of the anthropogenic impact on the ecosystems, a general (integral) expert assessment of their condition was given. The main results of these studies are shown on large-scale maps of the key sites ecosystems, created in the course of mapping with the use of up-to-date aerial images, which were obtained by quadcopter during field studies.

The main factor in the development and change of meadow ecosystems is the nature of habitat moisture, as well as the volume and degree of mineralization of incoming water. No significant zonal differences were found between soils and vegetation of meadow and swampy-meadow ecosystems of key sites, which are fed mainly by groundwater, temporary lake flooding and small watercourses. The feature of meadow communities in the studied key sites turned out to be a wide distribution of halophilic and halomesophilic plant species in the composition of the grass layer.

Keywords: hydrogenic depression, topo-ecological conditions, hydromorphic ecosystems, large-scale mapping, anthropogenic disturbance, pasture digression.

Funding. This work was carried out within the framework of the theme No. 0109-2019-0007 "Historical Ecology and Biogeocenology".

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-5-50

EDN: ABWFMB

===== ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ =====

УДК 556.383/388:504(571.1)

**ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЛЕНА**

© 2024 г. А.П. Белоусова, А.С. Оботуров, Е.Э. Руденко

Институт водных проблем РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3

E-mail: anabel@iwp.ru, belanna47@mail.ru, helenalenaru@gmail.com

Поступила в редакцию 01.02.2023. После доработки 15.02.2024. Принята к публикации 01.03.2024.

Оценка интегральной техногенной нагрузки впервые проведена при различных условиях развития этих влияний как негативных, так и позитивных на окружающую среду. В связи с этим исследования на территории Республики Саха (Якутия), расположенной в бассейне р. Лена, проводились в два этапа: I – в условиях влияния негативной техногенной нагрузки на окружающую среду; II – в условиях позитивного влияния на окружающую среду.

Оценка влияния техногенной нагрузки на окружающую среду проводилась по ранее разработанной нами методике, позволяющей учитывать многофакторность разноразмерных показателей, характеризующих техногенную нагрузку на изучаемые регионы, к которым относится и бассейн реки Лена.

Представленный подход базируется на простом арифметическом действии, которое позволяет объединить в расчетах все разноразмерные характеристики влияния на окружающую среду и привести их к безразмерным значениям для последующего установления степени их негативного или позитивного воздействия на среду.

Для 25 улусов (районов) Республики Саха (Якутия), расположенных в бассейне реки Лена, проанализировано 53 негативных показателя состояния различных компонентов окружающей среды, объединенных в 8 групп, и 8 положительных показателей (3 группы). Для каждого показателя выделено до 5 степеней техногенной нагрузки. Для каждой группы выделено до 5 степеней интенсивности суммарной техногенной нагрузки на окружающую среду, проведена оценка суммарной техногенной нагрузки в пределах данной группы с построением соответствующей карты (11 карт).

Ключевые слова: окружающая среда, техногенная нагрузка, водные ресурсы, экологические, экономические и социальные аспекты влияния, негативное и позитивное влияние на окружающую среду.

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-51-85

EDN: FSSBRV

Оценка интегральной техногенной нагрузки впервые проведена при различных условиях развития этих влияний как негативных, так и позитивных на окружающую среду. В связи с этим исследования на территории Республики Саха (Якутия), расположенной в бассейне р. Лена, проводились в два этапа: I – в условиях влияния негативной техногенной нагрузки на окружающую среду; II – в условиях позитивного влияния на окружающую среду.

Оценка влияния техногенной нагрузки на окружающую среду проводилась по ранее разработанной нами методике (Белоусова и др., 2019; Белоусова, Руденко, 2020, 2021), которая позволяет учитывать многофакторность разноразмерных показателей, характеризующих техногенную нагрузку на изучаемые регионы, к которым относится и бассейн реки Лена.

Представленный подход базируется на простом арифметическом действии, которое позволяет объединить в расчетах все разноразмерные характеристики влияния

на окружающую среду и привести их к безразмерным значениям для последующего установления степени их негативного или позитивного воздействия на среду.

Материалы и методы

Для 25 улусов (районов) Республики Саха (рис. 1), расположенных в бассейне реки Лена, проанализированы 53 негативных показателя состояния различных компонентов окружающей среды (Государственный доклад ..., 2020; Статистический ежегодник ..., 2021; База данных ..., 2024), объединенных в 8 групп. Для каждого показателя выделено до 5 степеней техногенной нагрузки. Для каждой группы также выделено до 5 степеней интенсивности суммарной техногенной нагрузки на окружающую среду и проведена оценка суммарной нагрузки в пределах групп с построением соответствующих карт (всего 8 карт).

Показатели техногенной нагрузки с негативным влиянием на окружающую среду оценивались по группам: I – состояние атмосферного воздуха, II – состояние водных ресурсов, III – структура землепользования, IV – структура животноводства, V – социально-экологические аспекты, VI – эколого-экономические аспекты, VII – социально-экономические и экологические аспекты, VIII – радиоактивные выпадения из атмосферы.

I. Состояние атмосферного воздуха (4)¹ (Приложение табл. 1):

- 1) Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников (тыс. т.; *столбец 3*);
- 2) Выброшено в атмосферу (% от суммарных выбросов по республике; *столбец 4*);
- 3) Загрязняющие предприятия (единиц; *столбец 5*);
- 4) Стационарные источники загрязнения (единиц; *столбец 6*).

Суммарная техногенная нагрузка группы показателей (столбец 7): 1 – 4-7 (слабая), 2 – 8-10 (средняя), 3 – 11-13 (высокая), 4 – 14-16 (очень высокая), 5 – более 16 (чрезвычайно высокая).

Слабая степень влияния этой группы показателей на состояние атмосферного воздуха отмечена в малонаселенных Булуномском, Верхневилуйском, Горном, Жиганском, Намском, Оленёкском, Чурапчинском и Эвено-Бытантайском районах (рис. 2). Чрезвычайно высокая – в Ленском, Мирнинском и Нерюнгринском районах. В городе Якутск и Алданском улусе она очень высокая. В остальных районах она средняя и высокая.

II. Состояние водных ресурсов (7) (Приложение табл. 2):

- 1) Забор воды из природных источников (млн. м³; *столбец 3*);
- 2) Сброс сточных вод (млн. м³; *столбец 4*);
- 3-4) Использование воды (млн. м³): 3 – забор воды из природных водных источников для использования (*столбец 5*), 4 – сброс в поверхностные водные объекты (*столбец 6*);
- 5-6) Структура использования свежей воды (млн. м³): 5 – производственные (*столбец 8*), 6 – с/х водоснабжение и орошение (*столбец 9*).

Суммарная техногенная нагрузка группы показателей (столбец 10): 1 – 3-12 (слабая), 2 – 13-17 (средняя), 3 – 18-22 (высокая), 4 – 23-28 (очень высокая), 5 – более 28 (чрезвычайно высокая).

Степень негативного влияния техногенной нагрузки на водные ресурсы в большинстве районов Якутии оценивается как слабая и средняя (рис. 3). Высокая степень отмечена в Алданском, Ленском и Усть-Майском улусах. В Мегино-Кангаласском – очень высокая, а в Мирнинском, Нерюнгринском и городском округе Якутска – чрезвычайно высокая.

III. Структура землепользования (10) (Приложение табл. 3):

- 1-4) Распределение земель с/х назначения на 1 января 2021 года (%): 1 – пашни (*столбец 3*), 2 – сенокосы (*столбец 4*), 3 – пастбища (*столбец 5*), 4 – всего от общей территории улуса (*столбец 6*);

¹ Здесь и далее в скобках – количество показателей в группе.

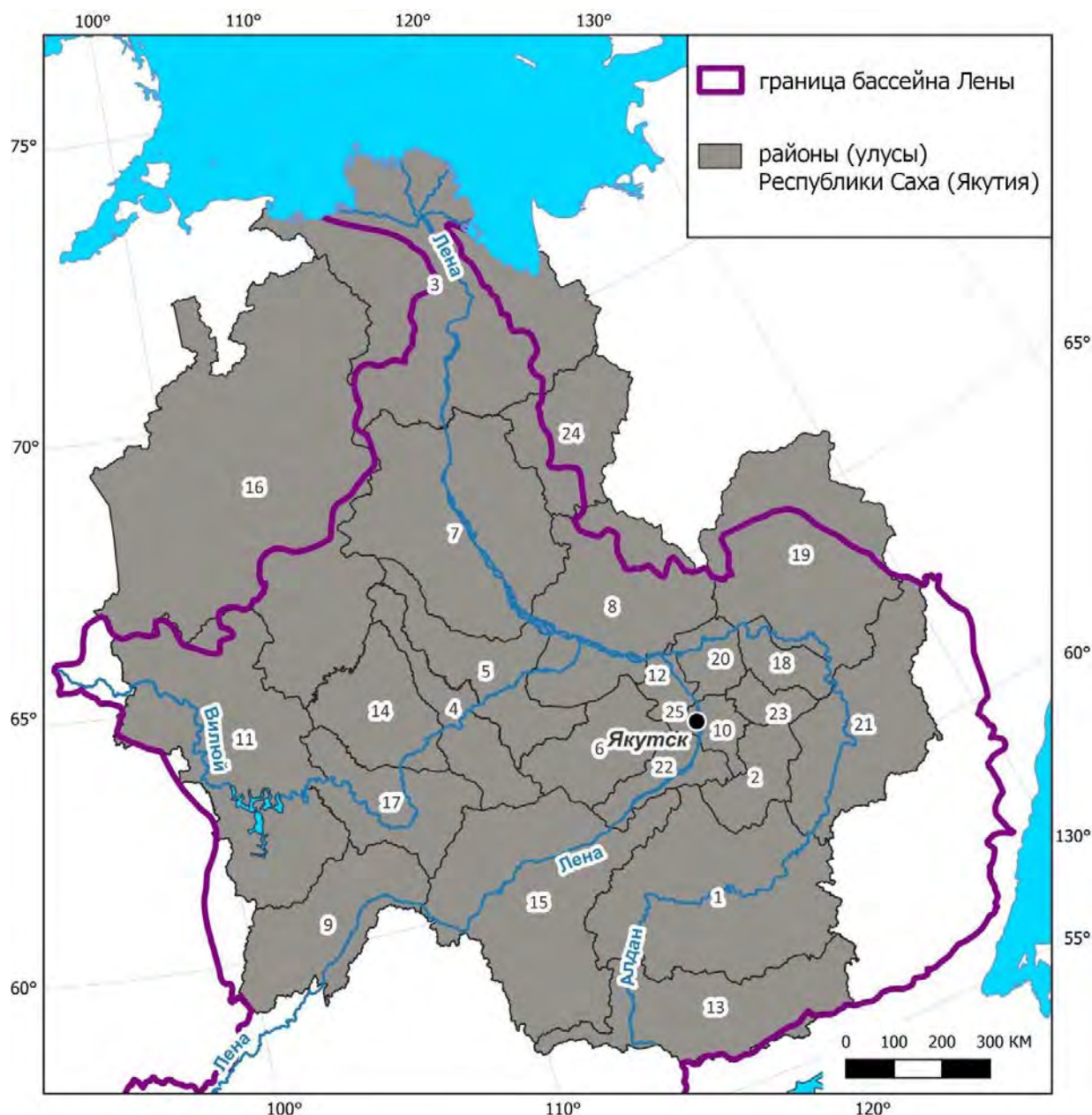


Рис. 1. Административное деление Республики Саха (Якутия) на территории бассейна р. Лена. *Условные обозначения.* Улусы (районы): 1 – Алданский, 2 – Амгинский, 3 – Булунский, 4 – Верхневилуйский, 5 – Вилуйский, 6 – Горный, 7 – Жиганский, 8 – Кобяйский, 9 – Ленский, 10 – Мегино-Кангаласский, 11 – Мирнинский, 12 – Намский, 13 – Нерюнгринский, 14 – Нюрбинский, 15 – Олёкминский, 16 – Оленёкский, 17 – Сунтарский, 18 – Таттинский, 19 – Томпонский, 20 – Усть-Алданский, 21 – Усть-Майский, 22 – Хангаласский, 23 – Чурапчинский, 24 – Эвено-Бытантайский, 25 – Якутск (включая г.о. Жатай). **Fig. 1.** Administrative division of the Republic of Sakha (Yakutia) in the Lena basin. *Legend.* Districts: 1 – Aldansky, 2 – Amginsky, 3 – Bulunsky, 4 – Verkhnevilyuysky, 5 – Vilyuysky, 6 – Gorny, 7 – Zhigansky, 8 – Kobyaysky, 9 – Lensky, 10 – Megino-Kangalassky, 11 – Mirninsky, 12 – Namsky, 13 – Neryungrinsky, 14 – Nyurbinsky, 15 – Olyokminsky, 16 – Olenyoksky, 17 – Suntarsky, 18 – Tattinsky, 19 – Tomponsky, 20 – Ust-Aldansky, 21 – Ust-Maysky, 22 – Khangalassky, 23 – Churapchinsky, 24 – Eveno-Bytantaysky, 25 – Yakutsk (including an urban locality Zhatay).

5-7) Посевная площадь (% от общей территории пашни): 5 – зерновые культуры (столбец 7), 6 – картофель (столбец 8), 7 – овощи открытого грунта (столбец 9);

8-10) Урожайность (тонн с 1 га пашни): 8 – зерновые культуры (столбец 10), 9 – картофель (столбец 11), 10 – овощи открытого грунта (столбец 12).

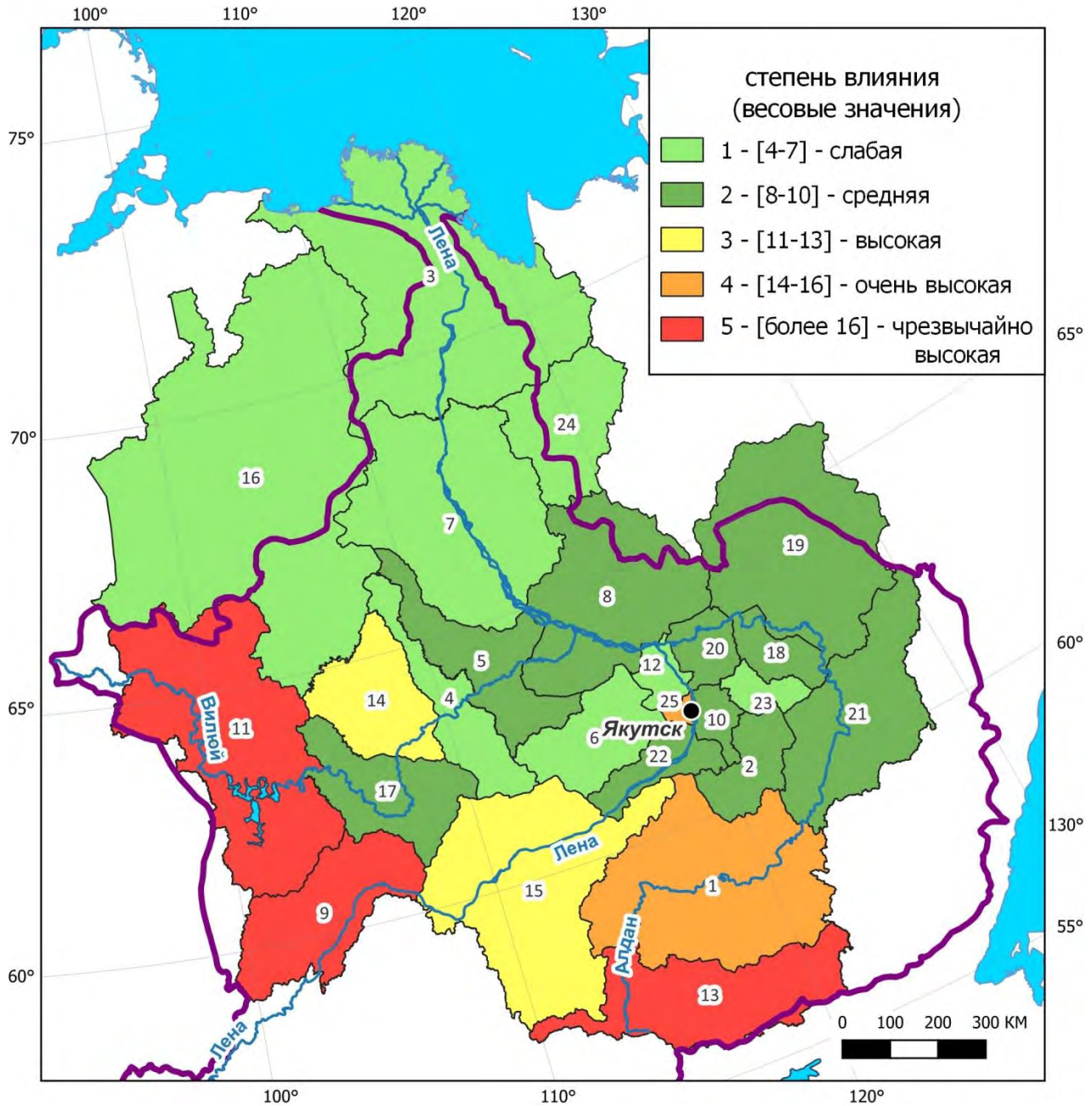


Рис. 2. Обзорная карта степени негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: состояние атмосферного воздуха. **Fig. 2.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: air condition.

Суммарная техногенная нагрузка группы показателей (столбец 13): 1 – 9-17 (слабая), 2 – 18-25 (средняя), 3 – 26-32 (высокая), 4 – 33-40 (очень высокая), 5 – более 40 (чрезвычайно высокая).

В 6 районах республики (Булунский, Горный, Жиганский, Оленёкский, Томпонский, Эвено-Бытантайский) структура землепользования слабо влияет на окружающую среду

(рис. 4). Негативный эффект в основном оказывают многочисленные олени пастбища. Еще в 6 районах (Амгинский, Кобяйский, Мегино-Кангаласский, Нерюнгринский, Усть-Алданский, Хангаласский) степень негативного влияния землепользования высокая, а в г. Якутске – очень высокая. В остальных районах она средняя.

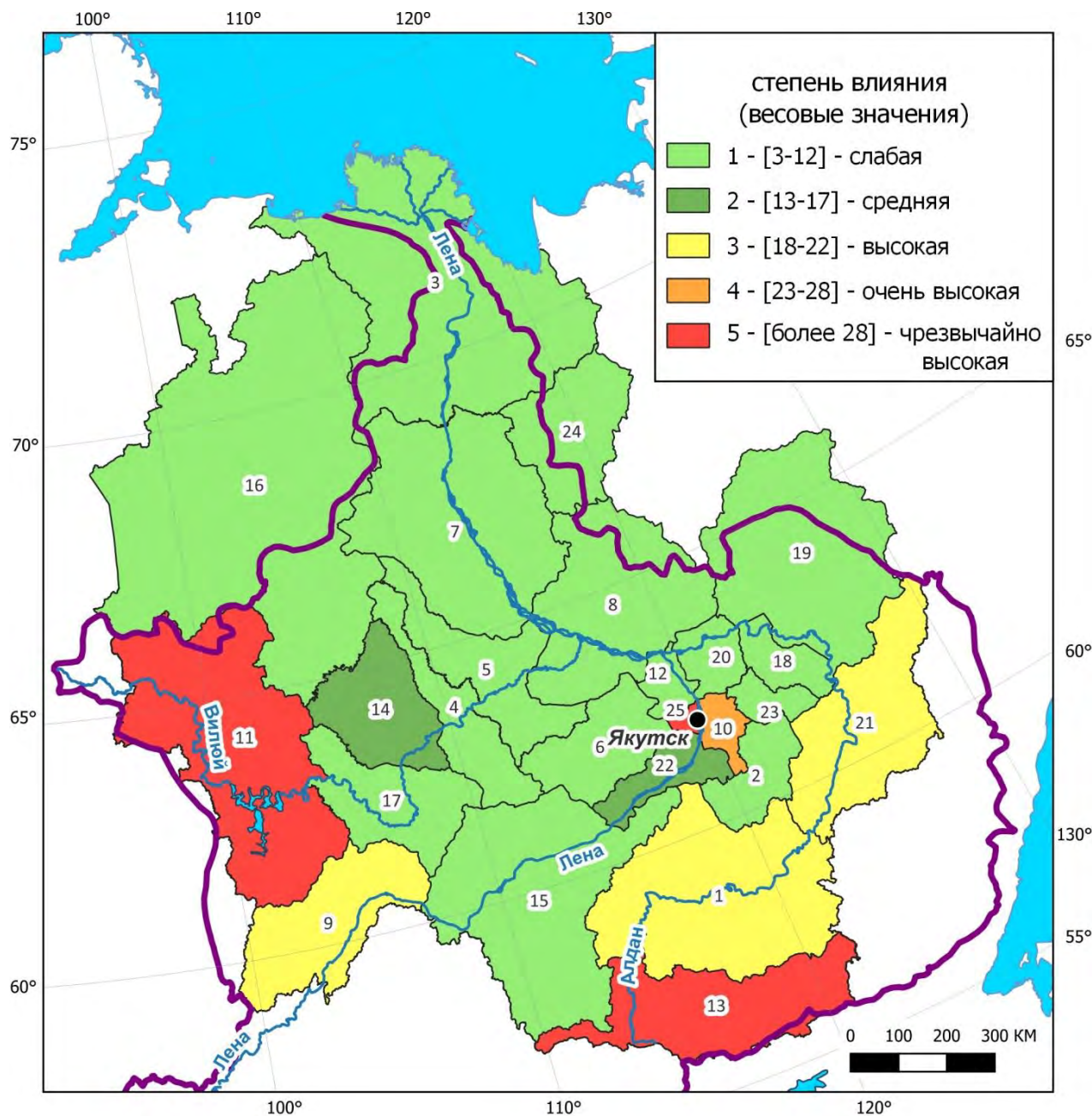


Рис. 3. Обзорная карта степени негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: состояние водных ресурсов. **Fig. 3.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: condition of water resources.

IV. Структура животноводства (7) (Приложение табл. 4):

1-5) Плотность поголовья (голов на 100 га пастбищ): 1 – крупный рогатый скот (столбец 3), 2 – коровы (столбец 4), 3 – свиньи (столбец 5), 4 – лошади (столбец 6), 5 – северные олени (столбец 7);

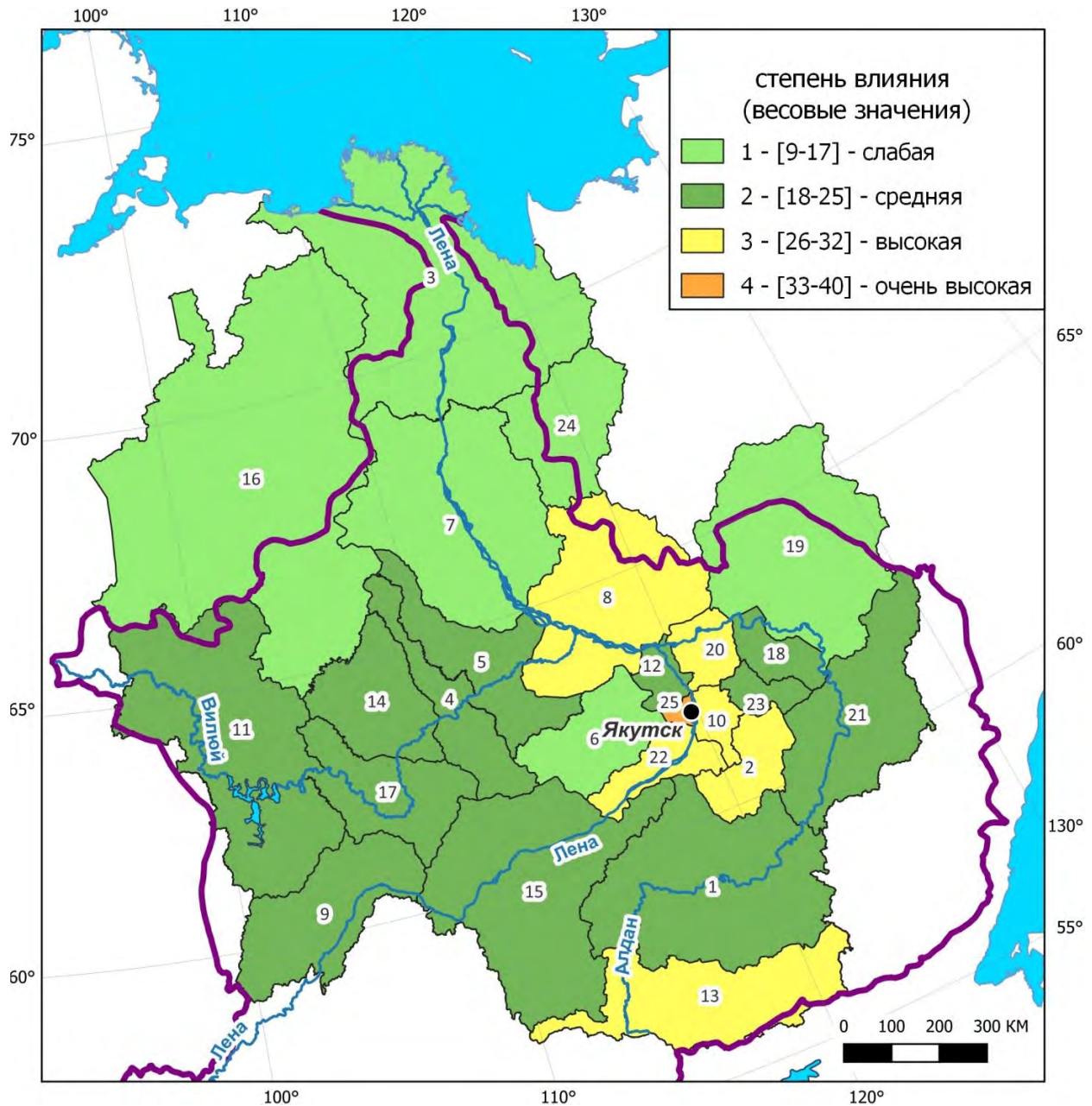


Рис. 4. Обзорная карта степени негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: структура землепользования. **Fig. 4.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: land use structure.

6) Поголовье птиц (Приложение тыс. голов; *столбец 8*);

7) Поголовье овец, коз и кроликов (голов; *столбец 9*).

Суммарная техногенная нагрузка группы показателей (столбец 10): 1 – 7-12 (слабая), 2 – 13-17 (средняя), 3 – 18-22 (высокая), 4 – 23-28 (очень высокая), 5 – более 28 (чрезвычайно высокая).

Структура животноводства оказывает незначительное негативное влияние на окружающую среду в Республике Якутия: в большинстве районов она оценивается как слабая и средняя (рис. 5). В 5 районах (Алданский, Вилюйский, Ленский, Мегино-Кангаласский, Нюрбинский) – высокая, в Нерюнгринском – чрезвычайно высокая.

V. Социально-экологические аспекты (4) (Приложение табл. 5).

- 1) Плотность населения (чел./км²; *столбец 3*);
- 2) Городское население (%; *столбец 4*);
- 3) Естественный прирост (на 1000 чел.; *столбец 5*);
- 4) Миграционный прирост (на 1000 чел.; *столбец 6*);

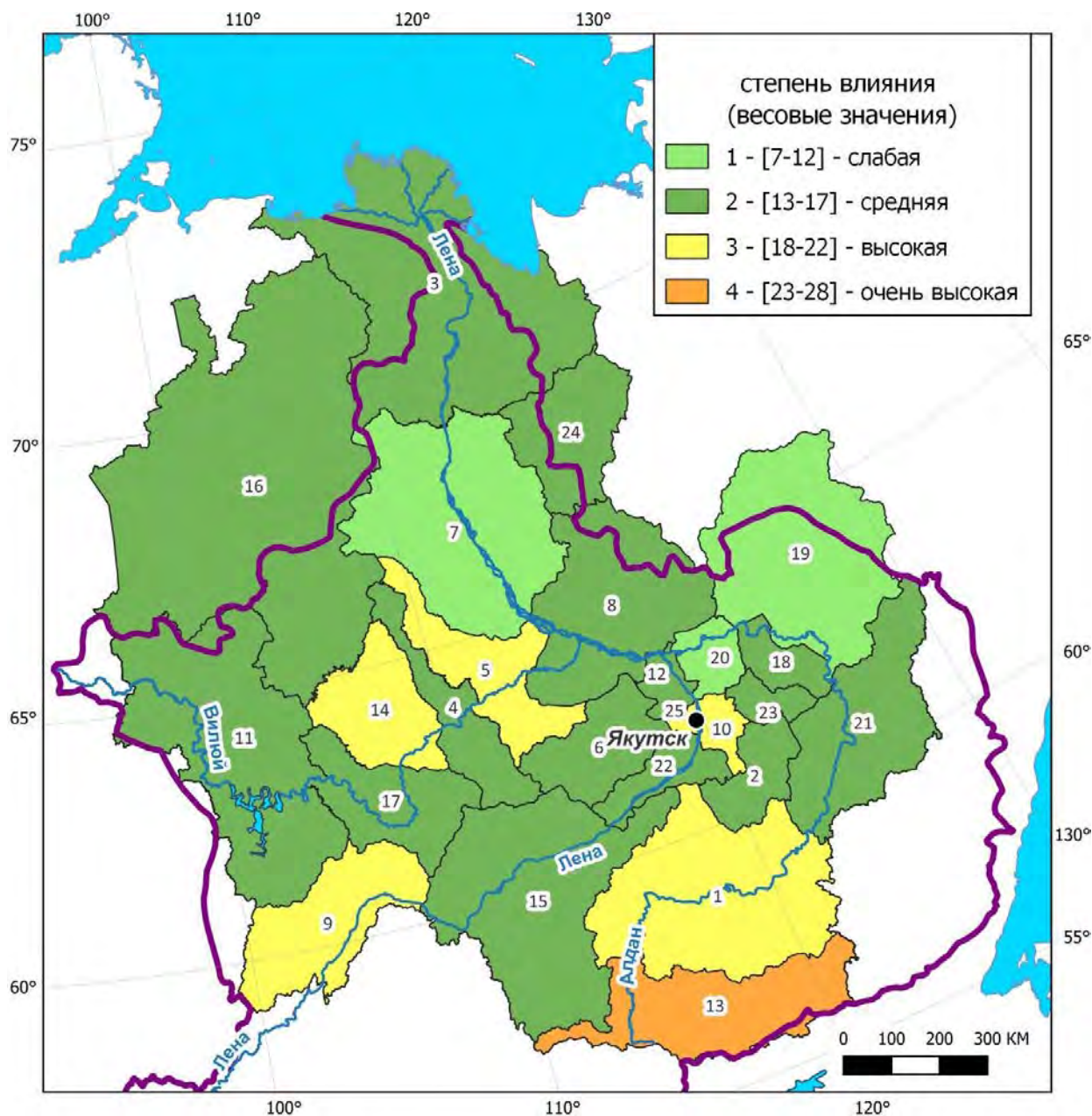


Рис. 5. Обзорная карта степени негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: структура животноводства. **Fig. 5.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: structure of livestock farming.

Суммарная техногенная нагрузка группы показателей (*столбец 7*): 1 – 4-7 (слабая), 2 – 8-10 (средняя), 3 – 11-13 (высокая), 4 – 14-16 (очень высокая), 5 – более 16 (чрезвычайно высокая).

Демографические показатели рассматривались с точки зрения их негативного влияния на окружающую среду, поэтому районы с оттоком (убылью) населения попали в группу

«благополучных». Повсеместно отмечена слабая и средняя степени негативного влияния этой группы показателей на окружающую среду (рис. 6). Только в 5 улусах (Ленский, Мегино-Кангаласский, Мирнинский, Нерюнгринский, Хангаласский) – она высокая, а в Якутске закономерно – чрезвычайно высокая.

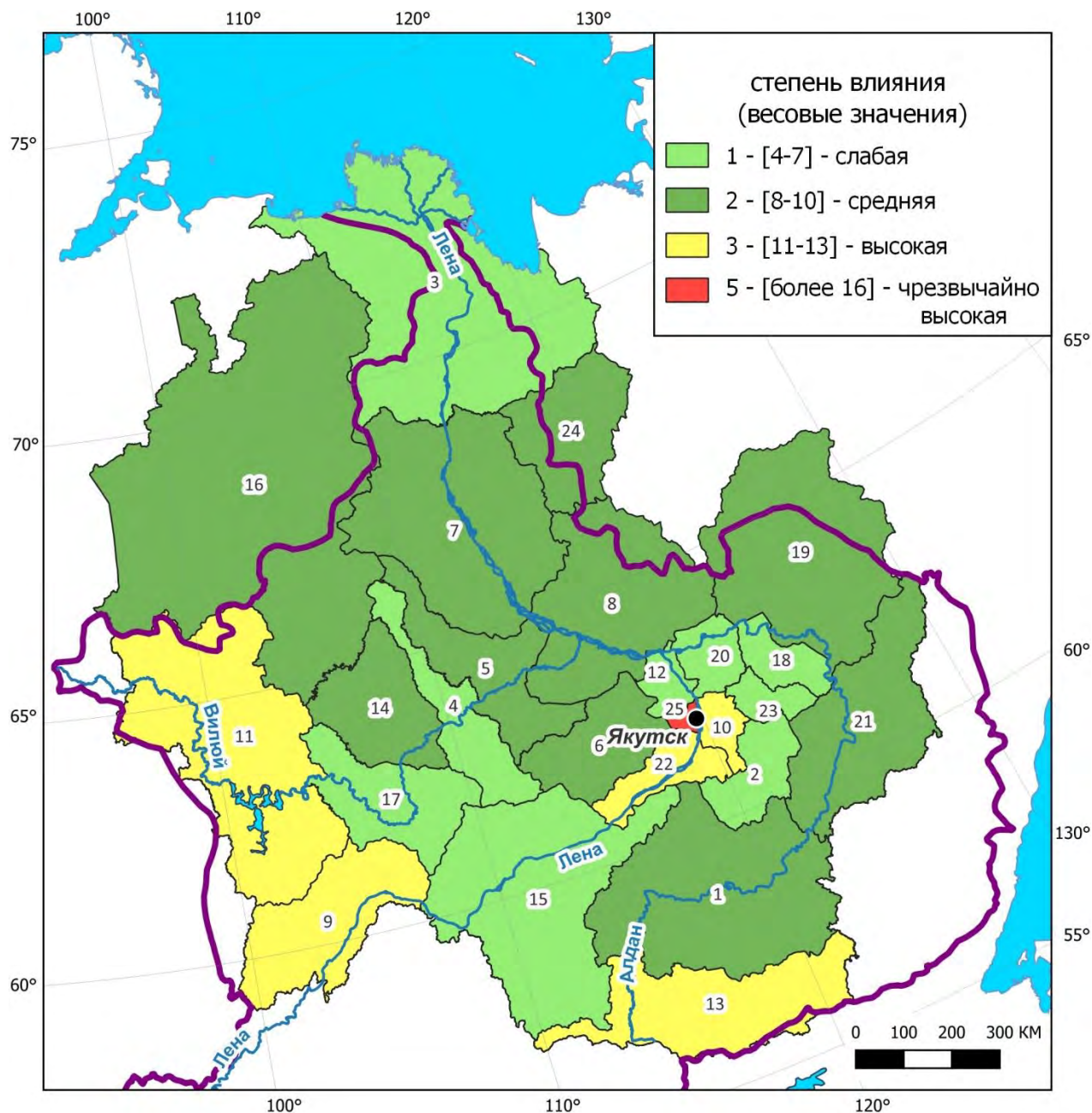


Рис. 6. Обзорная карта степени негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: социально-экологические аспекты. **Fig. 6.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: social and ecological aspects.

VI. Эколого-экономические аспекты (8) (Приложение табл. 6):

1-3) Поступление экологических платежей в муниципальный бюджет (тыс. руб.): 1 – плата за негативное воздействие на окружающую среду (столбец 3), 2 – денежные средства от штрафов и исков, поступившие в бюджет муниципального округа (МО) и муниципального

района (МР; *столбец 4*), 3 – поступило в бюджет МО и МР от платы за негативное воздействие на среду (*столбец 5*);

4-6) Текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды (млн. руб.): 4 – на сбор и очистку сточных вод (*столбец 6*), 5 – на обращение с отходами (*столбец 7*), 6 – на защиту и реабилитацию земель и природных вод (*столбец 8*);

7) Текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды, включая оплату услуг природоохранного назначения (тыс. руб.; *столбец 9*);

8) Вывезено за год твердых коммунальных отходов (тыс. м³; *столбец 10*).

Суммарная техногенная нагрузка группы показателей (столбец 11): 1 – 4-14 (слабая), 2 – 15-20 (средняя), 3 – 21-26 (высокая), 4 – 27-32 (очень высокая), 5 – более 32 (чрезвычайно высокая).

Степень негативного влияния эколого-экономических показателей на окружающую среду в большинстве районов слабая и средняя (рис. 7). В Алданском и Нюрбинском – высокая; в Мирнинском и Нерюнгринском районах и в городском округе Якутска – очень высокая. Чрезвычайно высокая степень техногенного влияния отмечена в Ленском улусе.

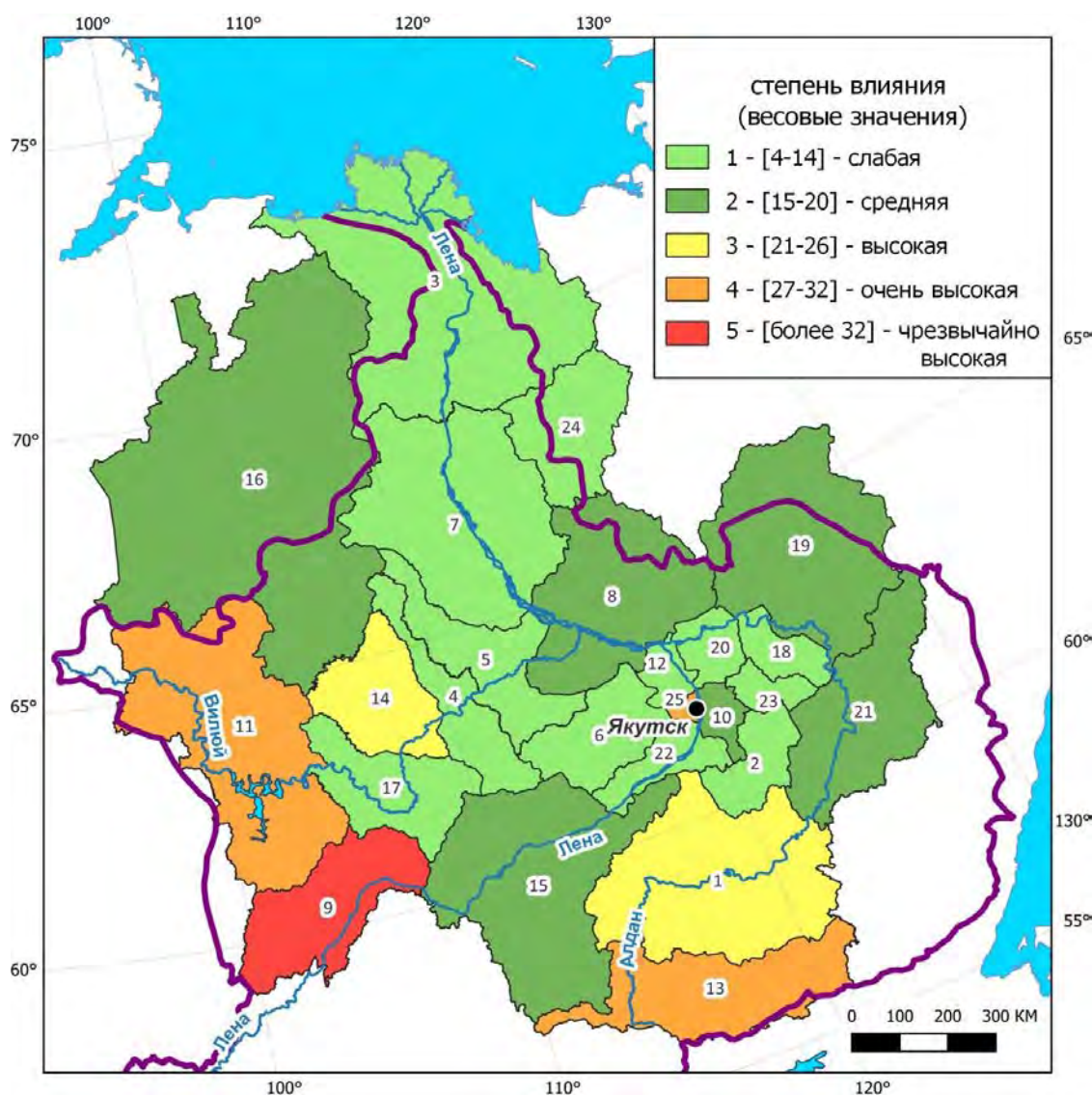


Рис. 7. Обзорная карта степени негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: эколого-экономические аспекты. **Fig. 7.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: ecological and economic aspects.

VII. Социально-экономические и экологические аспекты (12) (Приложение табл. 7а-б):

1) Количество автотранспортных средств, зарегистрированных в ГИБДД МВД по РС (Я) (на 1000 чел.; *столбец 3*);

2) Протяженность автодорог общего пользования местного значения, на конец года, (1 км/1000 км²; *столбец 4*);

3) Количество негазифицированных населенных пунктов (%; *столбец 5*);

4) Количество населенных пунктов, не имеющих водопроводов или отдельных водопроводных сетей (%; *столбец 6*);

5) Количество населенных пунктов, не имеющих канализаций (отдельных канализационных сетей) (%; *столбец 7*);

6) Общая площадь жилых помещений (м²/чел.; *столбец 8*);

7) Одинокое протяжение уличной водопроводной сети (м; *столбец 9*);

8-12) Распределение организаций по видам экономической деятельности (ед. на 10000 чел.): 8 – сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (*столбец 10*), 9 – добыча полезных ископаемых (*столбец 11*), 10 – обрабатывающие производства (*столбец 12*), 11 – строительство (*столбец 13*), 12 – транспортировка и хранение (*столбец 14*).

Суммарная техногенная нагрузка группы показателей: 1 – 12-21 (слабая), 2 – 22-31 (средняя), 3 – 32-39 (высокая), 4 – 40-48 (очень высокая), 5 – более 48 (чрезвычайно высокая).

Социально-экономические и экологические показатели оказывают наибольшее негативное влияние на бассейн реки Лена. Минимальная степень влияния – средняя отмечена в Булунском, Верхневилуйском, Намском, Чурапчинском и Эвено-Бытантайском (рис. 8). В остальных районах степень воздействия высокая, а в Якутске, Алданском и Ленском районе даже – чрезвычайно высокая.

VIII. Радиоактивные выпадения из атмосферы (1) (Приложение табл. 8):

1) Уровень мощности дозы гамма-излучения (максимальный суточный; мкР/ч; *столбец 3*).

В большинстве улусов радиационная обстановка не превышает среднереспубликанские значения – 15 мкР/ч. В 5 районах она оценивается как средняя (Алданский, Жиганский, Ленский, Нерюнгринский, Усть-Майский), и в одном – как высокая (Таттинский; рис. 9).

Показатели техногенной нагрузки с положительным влиянием на окружающую среду оценивались по группам: I – экологические аспекты (ООПТ, охраняемые виды растений и грибов, охраняемые виды животных), II – лесные ресурсы, III – структура землепользования и эколого-экономические аспекты.

I. Экологические аспекты: ООПТ (3) (Приложение табл. 9):

1) ООПТ (% от территории улуса; *столбец 3*);

2) Охраняемые виды растений и грибов (% от краснокнижных видов, обитающих в бассейне р. Лены; *столбец 4*);

3) Охраняемые виды животных (% от краснокнижных видов, обитающих в бассейне р. Лены; *столбец 5*).

Суммарное положительное влияние группы показателей (*столбец 6*): 1 – 3-5 (слабая), 2 – 6-7 (средняя), 3 – 8-9 (высокая), 4 – 10-11 (очень высокая), 5 – более 11 (чрезвычайно высокая).

Значительное положительное влияние на окружающую среду оказывают 7 районов республики: Ленский, Нерюнгринский, Оленёкский и Томпонский (высокая степень влияния), Алданский и Олёкминский (очень высокая степень влияния; рис. 10). В остальных районах отмечены слабая и средняя степени влияния экологических аспектов.

II. Лесные ресурсы (1) (Приложение табл. 10):

1) Лесистость (%): 1 – менее 20 (слабая), 2 – 20-40 (средняя), 3 – 40-60 (высокая), 4 – 60-80 (очень высокая), 5 – более 80 (чрезвычайно высокая).

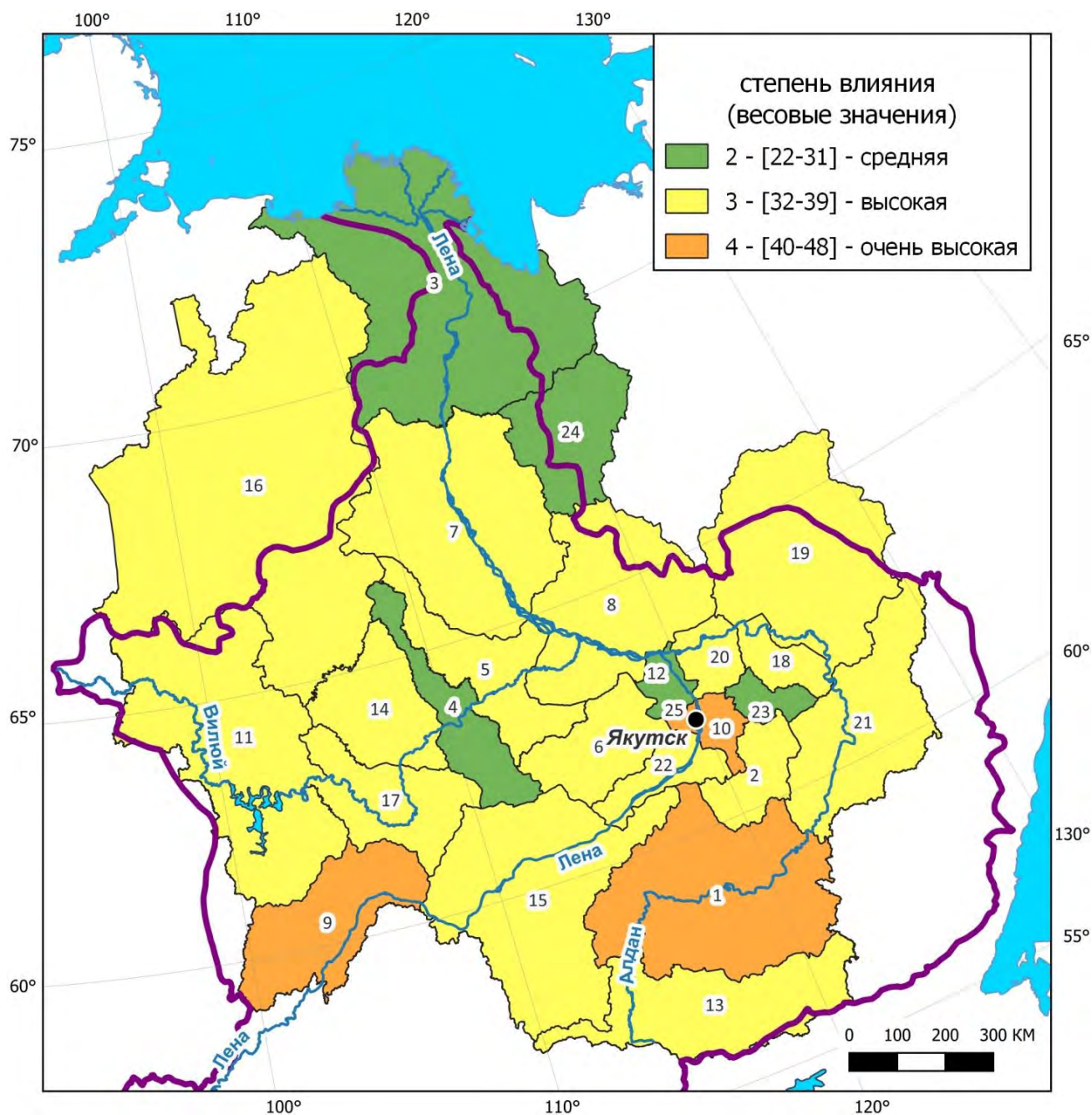


Рис. 8. Обзорная карта степени негативного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: социально-экономические и экологические аспекты.
Fig. 8. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: social and economic, and environmental aspects.

Наиболее облесенные южные и западные районы Республики Саха (рис. 11), наименее – районы в бассейне Нижней Лены.

III. Структура землепользования и эколого-экономические аспекты (4) (Приложение табл. 11):

1) Распределение земель с/х назначения на 1 января 2021 года: залежи (%; столбец 3);

2-4) Распределение организаций по видам экономической деятельности (ед. на 10000 чел.): 2 – водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизация отходов,

деятельность по ликвидации загрязнений (столбец 4), 3 – образование (столбец 5), 4 – деятельность в области здравоохранения и социальных услуг (столбец 6).

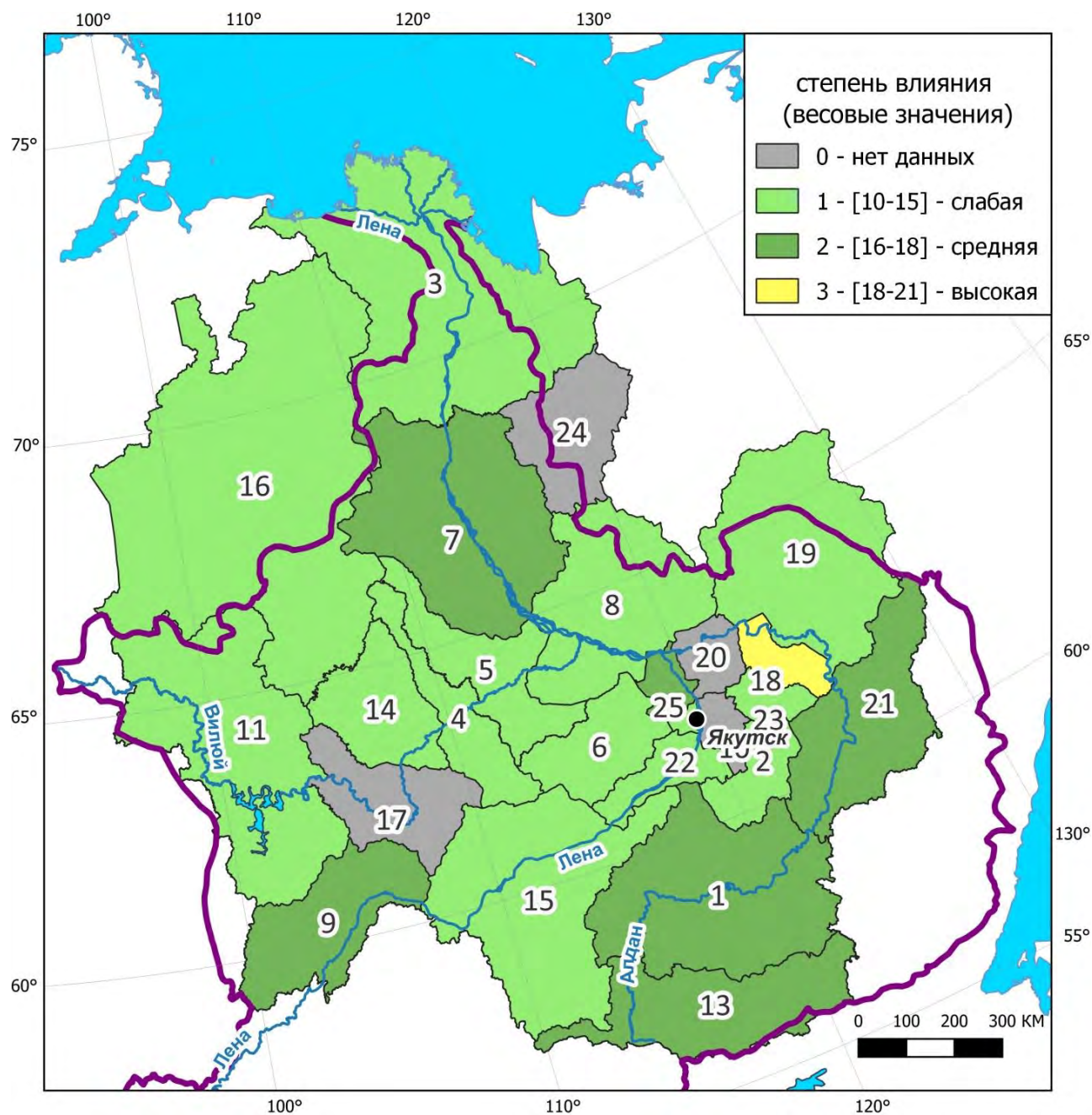


Рис. 9. Обзорная карта степени влияния техногенной нагрузки с негативным влиянием на окружающую среду в бассейне р. Лена: радиоактивные выпадения из атмосферы.
Fig. 9. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: radioactive fallout.

Суммарное положительное влияние группы показателей (столбец 7): 1 – 4-7 (слабая), 2 – 8-10 (средняя), 3 – 11-13 (высокая), 4 – 14-16 (очень высокая), 5 – более 16 (чрезвычайно высокая).

Слабая степень положительного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду отмечена в Мирнинском районе (рис. 12). В 6 районах (Вилуйском, Жиганском, Мегино-

Кангаласком, Нюрбинском, Таттинском и Эвено-Бытантайском) она очень высокая. В остальных районах – средняя и высокая.

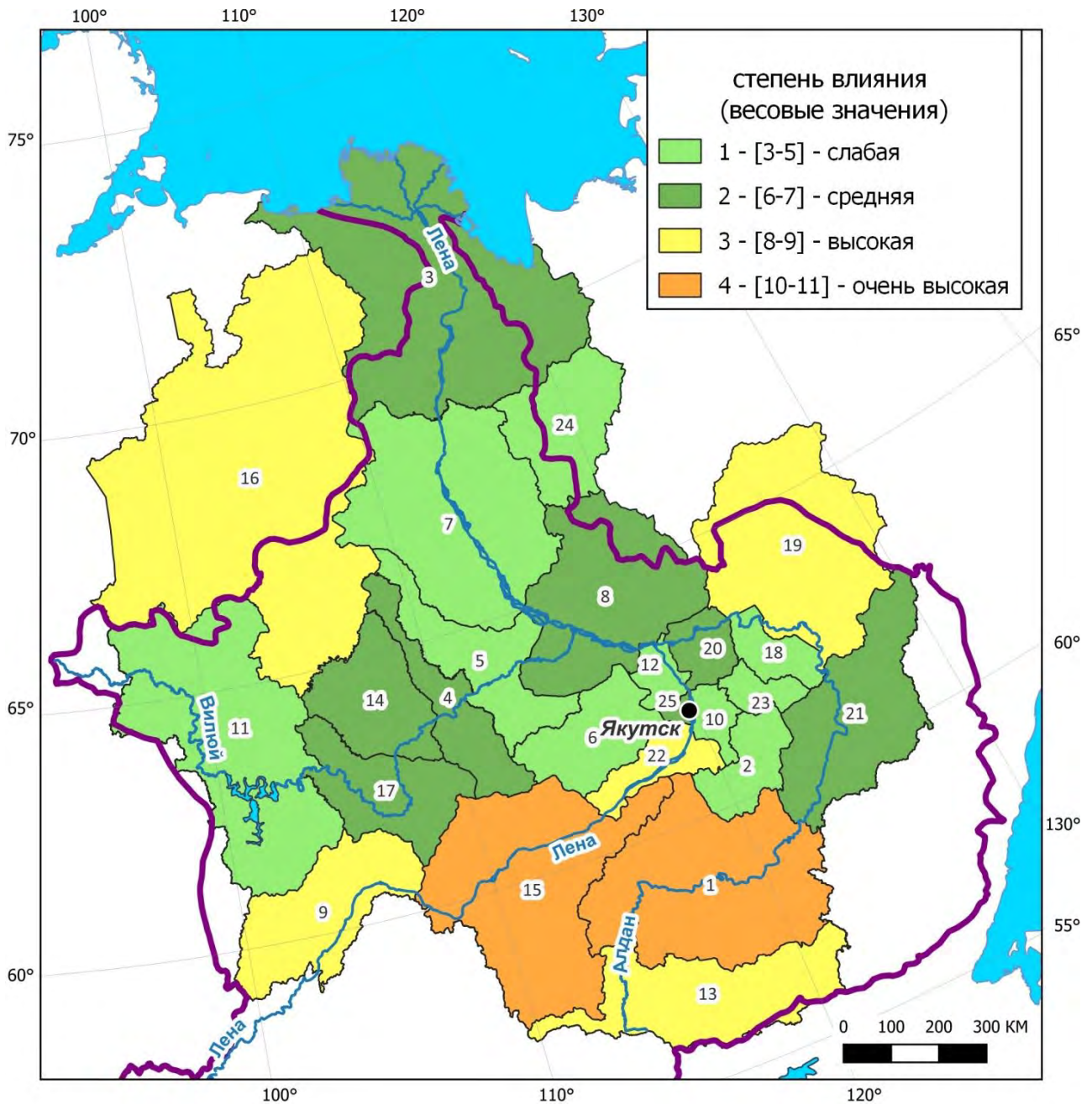


Рис. 10. Обзорная карта степени положительного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: экологические аспекты (ООПТ). **Fig. 10.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: ecological aspects (specially protected natural areas).

Интегральная *негативная* техногенная нагрузка оценивалась путем объединения суммарных данных по всем 8 группам с построением соответствующей карты. Слабая интегральная техногенная нагрузка на окружающую среду отмечена в 12 районах: Булунском, Верхневилуйском, Горном, Жиганском, Намском, Оленёкском, Сунтарском,

Таттинском, Томпонском, Усть-Алданском, Чурапчинском и Эвено-Бытантайском. Средняя – в 6 районах: Амгинском, Вилюйском, Кобяйском, Олёкминском, Усть-Майском и Хангаласском. Высокая – в 3 районах: Алданском, Мегино-Кангаласском и Нюрбинском. Очень высокая – в 3 районах: Ленском, Мирнинском, Нерюнгринском. Чрезвычайно высокая – только в городском округе Якутск.

Интегральная техногенная нагрузка с *негативным* влиянием на окружающую среду (Приложение табл. 12, столбец 11): 1 – 7-12 (слабая), 2 – 13-17 (средняя), 3 – 18-22 (высокая), 4 – 23-28 (очень высокая), 5 – более 28 (чрезвычайно высокая).

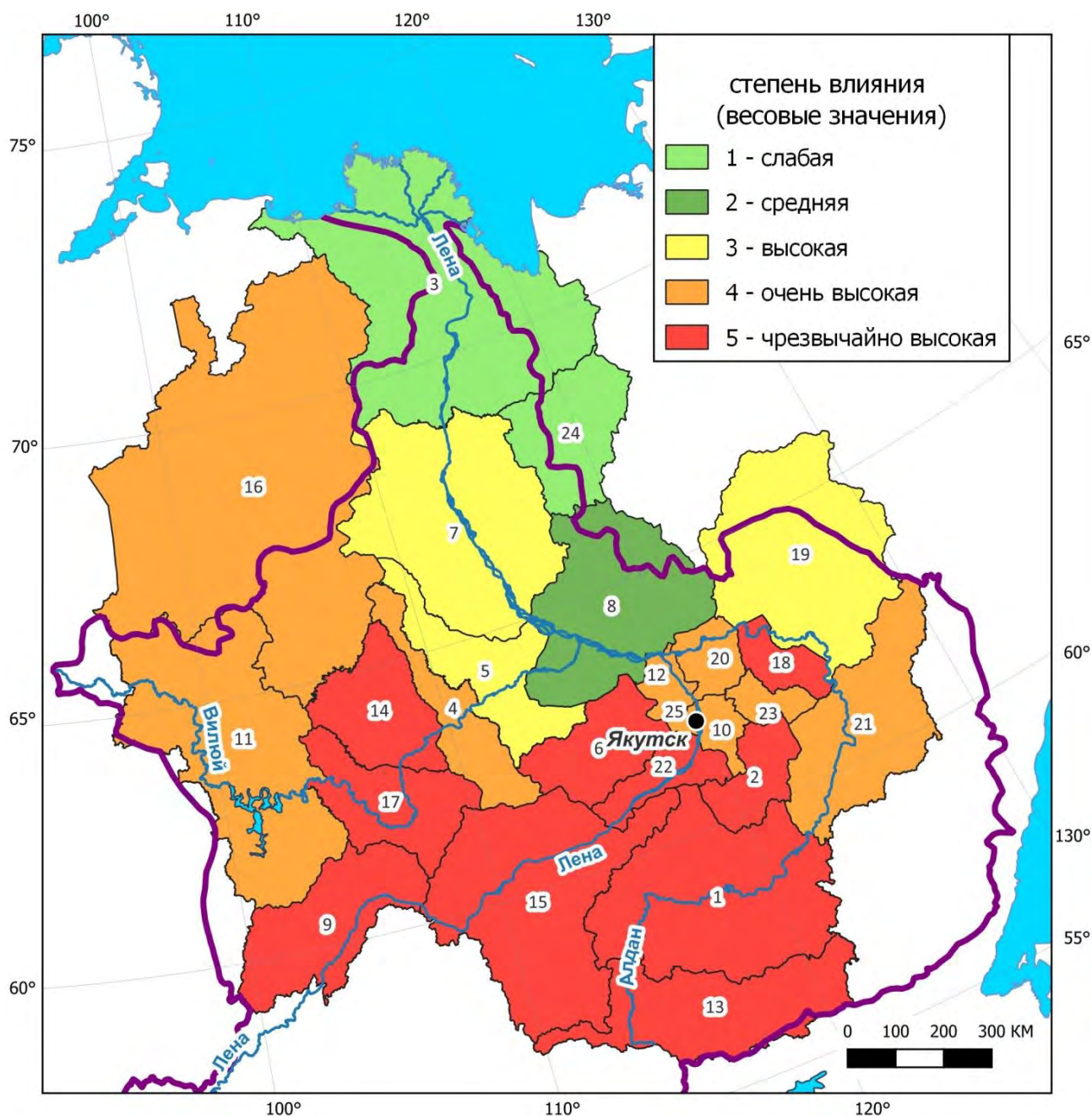


Рис. 11. Обзорная карта степени положительного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: лесные ресурсы. **Fig. 11.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: forest resources.

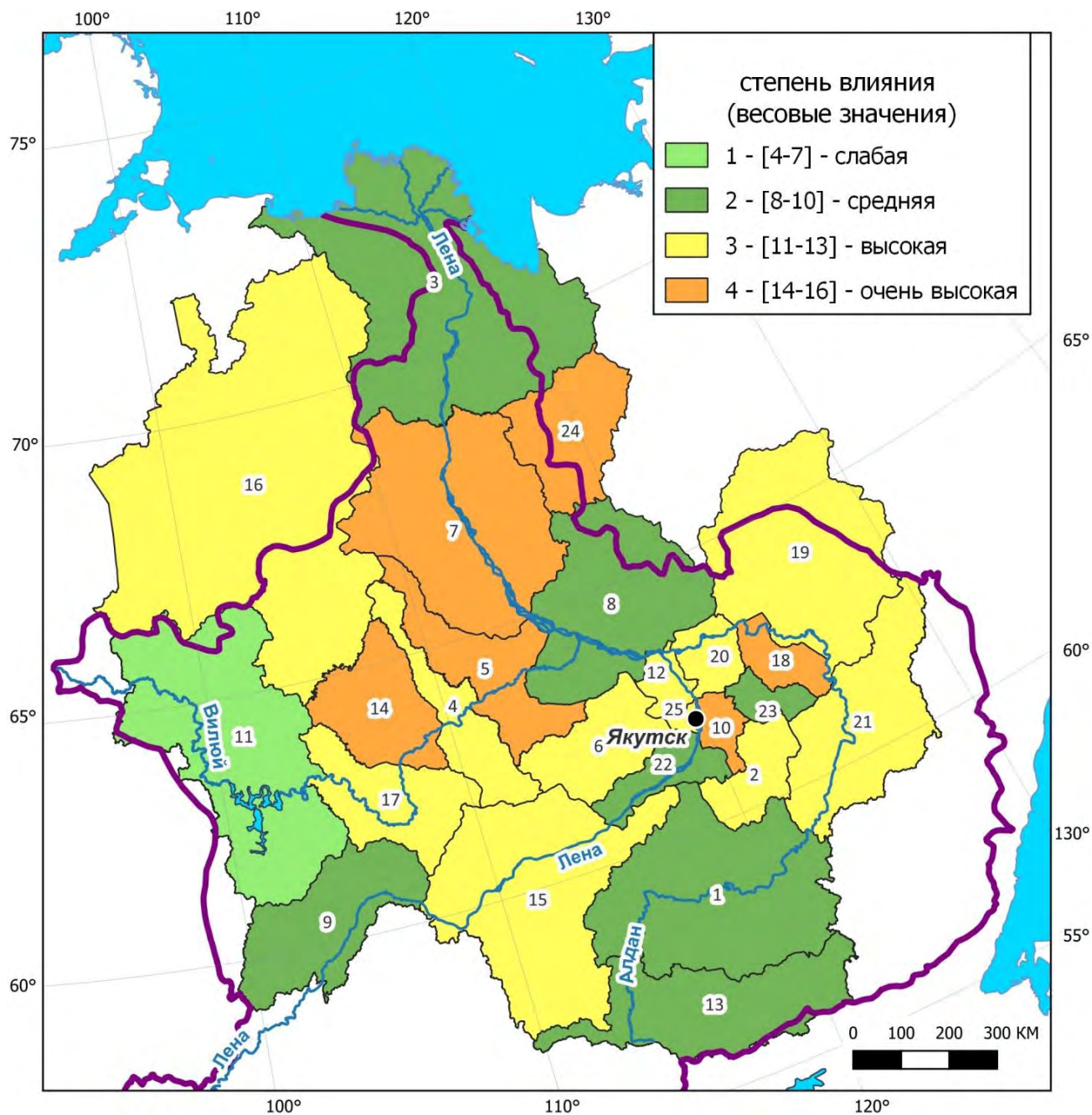


Рис. 12. Обзорная карта степени положительного влияния техногенной нагрузки на окружающую среду в бассейне р. Лена: структура землепользования и эколого-экономические аспекты. **Fig. 12.** Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: land use structure, and ecological and economic aspects.

Слабая интегральная техногенная нагрузка на окружающую среду отмечена в 9 районах: Булунском, Верхневилуйском, Горном, Жиганском, Намском, Сунтарском, Усть-Алданском, Чурапчинском и Эвено-Бытантайском (рис. 13). Средняя – в 8 районах: Амгинском, Вилуйском, Кобяйском, Олёкминском, Оленёкском, Таттинском, Томпонском и Хангаласском. Высокая – в 3 районах: Мегино-Кангаласском, Нюрбинском и Усть-Майском. Очень высокая – в 3 районах: Алданском, Ленском, Мирнинском. Чрезвычайно высокая – в Нерюнгринском и в городском округе Якутск.

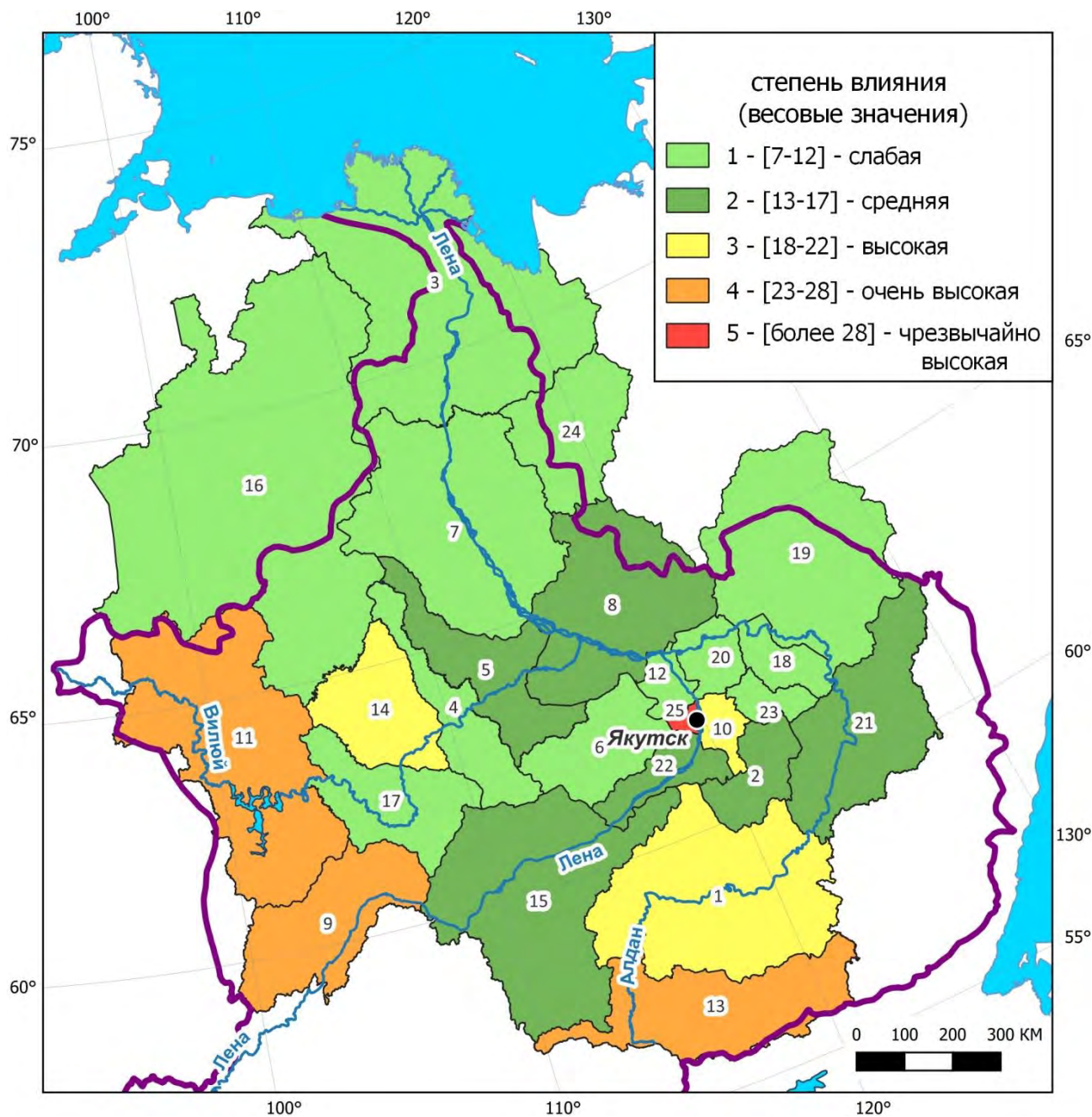


Рис. 13. Обзорная карта степени влияния интегральной техногенной нагрузки с негативным влиянием на окружающую среду в бассейне р. Лена. **Fig. 13.** Overview map of the degree of integral negative industrial impact on the environment in the Lena basin:

Интегральное *положительное* влияние (Приложение табл. 13, столбец б): 1 – 3-5 (слабая), 2 – 6-7 (средняя), 3 – 8-9 (высокая), 4 – 10-11 (очень высокая), 5 – более 11 (чрезвычайно высокая).

Слабая степень положительного влияния интегральной техногенной и природной нагрузки на окружающую среду отмечена в Булунском районе (рис. 14). Средняя – в 4 районах: Кобяйском, Мирнинском, Чурапчинском и Эвено-Бытантайском. Высокая в 11: Амгинском, Верхневилуйском, Вилуйском, Горном, Жиганском, Мегино-Кангаласском, Намском, Томпонском, Усть-Алданском, Усть-Майском и городском округе Якутск. Очень

высокая – в 8 районах: Алданском, Ленском, Нерюнгринском, Нюрбинском, Оленёкском, Сунтарском, Таттинском, Хангаласском. Чрезвычайно высокая – только в Олёкминском районе.

Интегральное *положительное* влияние оценивалось по трем группам с построением соответствующей карты.

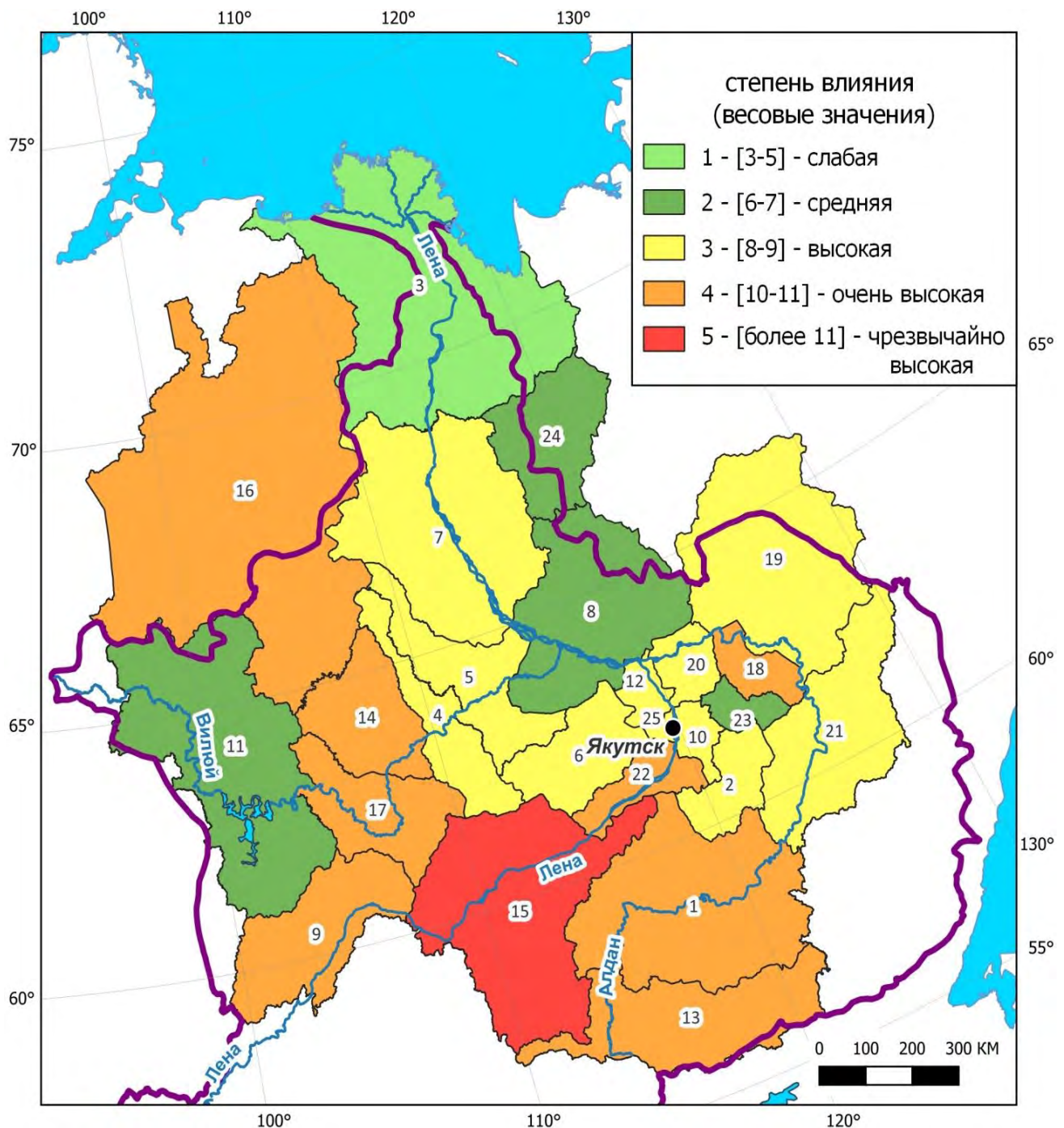


Рис. 14. Обзорная карта интегральной техногенной нагрузки с положительным влиянием на окружающую среду в бассейне р. Лена. **Fig. 14.** Overview map of the positive integral industrial impact on the Lena basin environment.

Результаты и обсуждение

В улусах с очень высокой техногенной нагрузкой – Алданском, Ленском – отмечается очень высокое *положительное* влияние на окружающую среду, в Мирнинском это влияние уменьшается до среднего (Приложение табл. 14).

В улусах с высокой техногенной нагрузкой Нюрбинском *положительное* влияние очень высокое, в Мегино-Кангаласском – высокое.

Город Якутск и Нерюнгринский улус отличаются чрезвычайно высокой техногенной нагрузкой и высоким (очень высоким) *положительным* влиянием на окружающую среду.

Самое благоприятное состояние окружающей среды наблюдается в улусах со слабой техногенной нагрузкой и очень высоким *положительным* влиянием: Сунтарском. В улусах Верхневилуйском, Горном, Жиганском, Намском, Усть-Алданском, техногенная нагрузка слабая, *положительное* влияние несколько уменьшается до высокого.

Булунский улус отличается слабой техногенной нагрузкой и в тоже время слабым *положительным* влиянием на окружающую среду, что в принципе вполне приемлемо для неё в данной ситуации.

В остальных улусах техногенная нагрузка изменяется от слабой до средней, а *положительное* влияние на окружающую среду варьирует от среднего до чрезвычайно высокого (Приложение табл. 14).

Выводы

Следует отметить, что во всех улусах с высокими значениями интегральной нагрузки (от высокой до чрезвычайно высокой) наблюдается высокое до чрезвычайно высокого влияние на окружающую среду. Это может свидетельствовать о том, что в этих улусах более серьезно занимаются охраной окружающей среды в рамках только тех экологических аспектов, которые использовались при данных исследованиях, которые не отражают полное многообразие природных и техногенных характеристик, влияющих на экологическое состояние окружающей среды в пределах изучаемой территории.

По мере появления дополнительных данных о состоянии окружающей среды интегральную оценку можно дополнять этими данными и не однократно.

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственного задания по научной программе Института водных проблем РАН (проект № FMWZ-2022-0001) «Исследования процессов гидрологического цикла суши и формирования водных ресурсов, геофизических процессов в водных объектах и их бассейнах, формирования экстремальных гидрологических явлений и динамики гидрологических систем с учетом изменяющихся климатических условий и антропогенных факторов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- | | |
|---|--|
| <p>1. Белоусова А.П., Руденко Е.Э. 2020. Диагностика экологического состояния бассейна реки Волга // Вода и экология: проблемы и решения. № 2 (82). С. 12-26.</p> <p>2. Белоусова А.П., Руденко Е.Э. 2021. Интегральная оценка влияния разнохарактерной</p> | <p>1. Belousova AP, Rudenko EE. Analysis of the environmental state of the Volga river basin [Diagnostika ekologicheskogo sostoyaniya basseyna reki Volga]. <i>Water and Ecology: Problems and Solutions [Voda i ekologiya: problemy i resheniya]</i>. 2020;2 (82):12-26.</p> <p>2. Belousova AP, Rudenko EE. Integral assessment of the impact of the diverse technogenic load on the environmental state in Bryansk Region</p> |
|---|--|

- техногенной нагрузки на экологическое состояние Брянской области // Вода и экология: проблемы и решения. № 3 (87). С. 16-32.
3. Белоусова А.П., Руденко Е.Э, Миняева Ю.В. 2019. Методика оценки суммарной техногенной нагрузки на окружающую среду в зоне Чернобыльского следа // Вода и экология: проблемы и решения. № 2 (78). С. 59-67.
 4. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2020 году. 2021. Якутск. 678 с.
 5. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия): Стат. сборник. 2021. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск. 560 с.
 6. База данных показателей муниципальных образований. Республика Саха (Якутия). 2024 [Электронный ресурс <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst98/DBInet.cgi> (дата обращения 19.02.2024)].
- [Integral'naya otsenka vliyaniya raznokharakternoy tekhnogennoy nagruzki na ekologicheskoe sostoyanie Bryanskoy oblasti]. *Water and Ecology: Problems and Solutions [Voda i ekologiya: problemy i resheniya]*. 2021;3 (87):16-32.
3. Belousova AP, Rudenko EE, Minyaeva YuV. Methodology for assessment of the total technogenic load on the environment in the area of Chernobyl trace [Metodika otsenki summarnoy tekhnogennoy nagruzki na okruzhayushchuyu sredu v zone Chernobyl'skogo sleda]. *Water and Ecology: Problems and Solutions [Voda i ekologiya: problemy i resheniya]*. 2019;2 (78):59-67.
 4. State report on the environmental condition and protection of the Republic of Sakha (Yakutia) in 2020 [Gosudarstvenny doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Respubliki Saha (Yakutiya) v 2020 godu]. Yakutsk, 2021:678.
 5. Statistical yearbook of the Republic of Sakha (Yakutia): Statistical compilation [Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Saha (Yakutiya): Stat. sbornik] Territorial agency of the Federal State Statistics Service of the Republic of Sakha (Yakutia) [Territorial'ny organ Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Respublike Saha (Yakutiya)]. Yakutsk, 2021:560.
 6. Database of indicators of municipalities [Baza dannykh pokazateley municipal'nykh obrazovaniy] Republic of Sakha (Yakutia) [Respublika Saha (Yakutiya)]. 2024, Available at <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst98/DBInet.cgi> (Date of Access 19/02/2024).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение таблица 1. Состояние атмосферного воздуха. Appendix Table 1. Air condition.

№	Улус	Выбросы загрязн. в-в от стационарных источ., тыс. т.		Выброшено в атмосферу, % от сумм. выбросов по Якутии		Загрязн. предприятия, ед.		Стационарные источники загряз., ед.		СУММА	
		3	4*	4	3	5	4	6	5	7	4
1	Алданский	17.385	4*	6.07	3	47	4	1396	5	16	4
2	Амгинский	4.52	2	1.58	2	11	2	231	3	9	2
3	Булунский	0.84	1	0.29	1	7	1	99	1	4	1
4	Верхневилуйский	0.62	1	0.22	1	10	1	152	2	5	1
5	Вилуйский	1.08	2	0.38	1	14	2	525	4	9	2
6	Горный	1.89	2	0.66	1	9	1	141	2	6	1
7	Жиганский	1.73	2	0.6	1	7	1	76	1	5	1
8	Кобяйский	3.01	2	1.1	2	13	2	215	3	9	2
9	Ленский	48.35	5	16.9	4	49	4	2382	5	18	5
10	Мегино-Кангаласский	1.26	2	0.44	1	16	2	299	3	8	2
11	Мирнинский	80.9	5	28.3	5	42	4	2521	5	19	5
12	Намский	0.844	1	0.29	1	5	1	84	1	4	1
13	Нерюнгринский	36.2	5	12.6	4	36	4	696	4	17	5
14	Нюрбинский	6.45	3	2.25	2	28	3	535	4	12	3
15	Олёкминский	9.67	3	3.38	2	25	3	713	4	12	3
16	Оленёкский	0.92	1	0.32	1	7	1	61	1	4	1
17	Сунтарский	2.35	2	0.82	1	18	2	304	3	8	2
18	Таттинский	4.36	2	1.52	2	13	2	207	3	9	2
19	Томпонский	5.78	3	2.74	2	14	2	293	3	10	2
20	Усть-Алданский	3.75	2	1.31	2	11	2	298	3	9	2
21	Усть-Майский	3.51	2	1.23	2	14	2	305	3	9	2
22	Хангаласский	3.06	2	1.06	2	21	3	315	3	10	2
23	Чурапчинский	3.55	2	1.24	2	9	1	185	2	7	1
24	Эвено-Бытантайский	0.136	1	0.048	1	4	1	26	1	4	1
25	Якутск	9.73	3	3.4	2	72	5	1396	5	15	4

Примечания к таблицам 1-13. 4* - во второй колонке каждого показателя дается степень техногенной нагрузки: 0 – нулевое загрязнение или нет данных, 1 – слабая, 2 – средняя, 3 – высокая, 4 – очень высокая, 5 – чрезвычайно высокая. **Notes to Appendix tables 1-13.** 4* – Industrial impact: 0 – no pollution or no data, 1 – low, 2 – medium, 3 – high, 4 – very high, 5 – extremely high.

Приложение таблица 2. Состояние водных ресурсов. Appendix Table 2. Condition of water resources.

№	Улус	Забор воды из природных источников, млн. м ³		Сброс сточных вод, млн. м ³		Использование воды, млн. м ³				Структура использования свежей воды, млн. м ³					СУММА		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			16
1	Алданский	13.58541	4	9.13646	3	12.4	4	6.7	3	2.255	4	7.231	3	n/a	0	21	3
2	Амгинский	0.23878	1	0.012	1	n/a	0	n/a	0	0.094	1	0.117	1	0.003	1	5	1
3	Булунский	1.32738	2	1.39534	2	1.33	2	0.78	1	0.117	2	0.783	1	n/a	0	10	1
4	Верхневиллойский	2.64561	2	2.6823	2	0.65	1	2.68	2	0	0	0.019	1	2.229	4	12	1
5	Виллойский	0.47979	1	0.15136	1	0.48	1	0.148	1	0.08	1	0.16	1	0.15	3	9	1
6	Горный	0.0597	1	0.00331	1	0.061	1	0	0	0.033	1	0.006	1	n/a	0	5	1
7	Жиганский	0.40987	1	0.2761	1	0.41	1	0.28	1	0.068	1	0.342	1	n/a	0	6	1
8	Кобяйский	0.79354	1	0.23103	1	0.79	1	0.007	1	0.224	2	0.533	1	n/a	0	7	1
9	Ленский	17.09248	4	3.14756	2	17.09	4	3	2	1.66	4	2.68	2	n/a	0	18	3
10	Мегино-Кангаласский	24.91701	5	22.65422	5	24.92	5	22.51	5	0.4	2	0.15	1	28.93	5	28	4
11	Мирнинский	46.1293	5	44.04597	5	46.1	5	28.3	5	4.9	4	28.13	5	0	1	30	5
12	Намский	0.20667	1	0.00014	1	0.21	1	n/a	0	0.106	2	0.039	1	0.061	2	8	1
13	Нерюнгринский	38.91895	5	28.11045	5	38.92	5	25.45	5	4.79	4	13.81	4	0.034	2	30	5
14	Нюрбинский	3.90119	2	3.02658	2	3.9	2	2.91	2	0.24	2	0.52	1	2.63	4	15	2
15	Олёкминский	1.56692	2	0.16067	1	1.57	2	0.16	1	0.44	2	1.1	2	n/a	0	10	1
16	Оленёкский	0.47921	1	0.65851	1	0.479	1	0.034	1	0.039	1	0.44	1	n/a	0	6	1
17	Сунтарский	0.70831	1	0.18474	1	0.71	1	0.18	1	0.013	1	0.198	1	0.453	3	9	1
18	Таттинский	0.1574	1	n/a	0	0.16	1	n/a	0	0.061	1	0.076	1	0.015	2	6	1
19	Томпонский	2.29086	2	1.2849	2	2.29	2	1.28	2	0.749	3	0.669	1	n/a	0	12	1
20	Усть-Алданский	1.00626	2	0.65829	1	1.01	2	0.27	1	0.237	2	0.318	1	0	1	10	1
21	Усть-Майский	2.95455	2	28.26805	5	2.95	2	25.7	5	0.33	2	2.016	2	n/a	0	18	3
22	Хангаласский	2.06311	2	1.84203	2	1.57	2	1.44	2	0.23	2	1.11	2	0.007	1	13	2
23	Чурапчинский	0.11875	1	n/a	0	0.12	1	n/a	0	0.00633	1	0.0568	1	0.0032	1	5	1
24	Эвено-Бытантайский	0.01726	1	n/a	0	0.017	1	n/a	0	n/a	0	0.01726	1	n/a	0	3	1
25	Якутск	27.79638	5	22.64133	5	27.796	5	22.622	5	15.19	5	10.1	4	0.37	3	32	5

Приложение таблица 3. Структура землепользования. Appendix Table 3. Land use structure.

№	Улус	Распределение земель с/х назначения на 01.01.2021, %								Посевная площадь, % от общей территории пашни						Урожайность, тонн с 1 га пашни						СУММА		
		Пашни		Сенокосы		Пастбища		Всего от общей территории улуса, %		Зерновые культуры		Картофель		Овощи открытого грунта		Зерновые культуры		Картофель		Овощи открытого грунта				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Алданский	17.49	5	51.42	5	31.10	2	0.08	1	n/a	0	9.70	2	1.62	2	0.000	1	2.21	4	0.39	2	23	2	
2	Амгинский	17.77	5	44.40	4	37.81	2	3.59	3	18.32	5	0.81	1	0.11	1	0.165	5	0.09	1	0.03	1	28	3	
3	Булунский	0.00	1	53.27	5	46.73	3	0.00	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	10	1	
4	Верхневилуйский	2.21	1	37.26	3	56.65	3	1.65	2	n/a	0	9.13	2	1.74	2	n/a	0	1.30	3	0.22	2	18	2	
5	Вилуйский	2.24	1	47.88	4	49.42	3	0.85	1	8.04	3	14.79	3	2.78	2	0.087	3	1.44	3	0.34	2	25	2	
6	Горный	1.88	1	58.94	5	38.87	2	1.20	2	n/a	0	2.80	2	1.46	2	n/a	0	0.27	1	0.46	2	17	1	
7	Жиганский	0.00	1	49.80	4	50.20	3	0.02	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	9	1	
8	Кобяйский	0.60	1	66.06	5	33.31	2	0.55	1	n/a	0	61.34	5	13.55	4	n/a	0	4.61	4	2.38	4	26	3	
9	Ленский	17.88	5	50.85	5	26.34	2	0.21	1	n/a	0	19.81	3	2.99	2	n/a	0	2.89	4	0.87	3	25	2	
10	Мегино-Кангаласский	7.85	2	42.58	4	44.30	3	10.47	5	11.88	3	5.36	2	1.31	2	0.070	3	0.59	2	0.28	2	28	3	
11	Мирнинский	8.83	3	55.82	5	31.54	2	0.06	1	n/a	0	9.43	2	1.49	2	n/a	0	2.92	4	0.34	2	21	2	
12	Намский	6.16	2	29.51	2	64.20	4	9.17	4	n/a	0	6.97	2	1.60	2	n/a	0	0.64	2	0.19	2	20	2	
13	Нерюнгринский	2.83	1	0.00	1	97.17	5	0.02	1	n/a	0	76.77	5	39.08	5	n/a	0	11.42	5	8.15	5	28	3	
14	Нюрбинский	3.01	1	51.79	5	41.37	3	1.61	2	5.48	2	10.18	3	1.54	2	0.089	3	0.74	2	0.18	2	25	2	
15	Олёкминский	14.96	4	29.09	2	52.97	3	0.44	1	5.10	2	6.63	2	0.36	1	0.091	3	0.78	2	0.06	1	21	2	
16	Оленёкский	0.00	1	55.10	5	44.90	3	0.04	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	10	1	
17	Сунтарский	6.84	2	49.91	4	43.02	3	2.07	3	8.19	3	1.45	2	0.28	1	0.090	3	0.09	1	0.03	1	23	2	
18	Таттинский	4.49	2	47.58	4	44.32	3	4.52	3	n/a	0	3.36	2	0.67	1	0.000	1	0.49	1	0.16	2	18	2	
19	Томпонский	6.26	2	24.17	2	69.57	4	0.27	1	n/a	0	3.30	2	0.94	1	0.000	1	0.17	1	0.10	2	15	1	
20	Усть-Алданский	5.45	2	40.08	4	54.46	3	7.89	4	13.79	4	2.36	2	0.46	1	0.172	5	0.15	1	0.08	1	27	3	
21	Усть-Майский	1.53	1	69.20	5	28.39	2	0.29	1	n/a	0	30.56	4	5.62	3	n/a	0	3.92	4	0.82	3	23	2	
22	Хангаласский	8.39	3	40.62	4	50.79	3	4.25	3	17.55	5	6.89	2	0.93	1	0.178	5	0.92	2	0.17	2	30	3	
23	Чурапчинский	6.34	2	42.17	4	51.50	3	10.58	5	1.41	1	n/a	2	n/a	1	n/a	0	0.10	1	0.03	1	20	2	
24	Эвено-Бытантайский	0.00	1	49.85	4	50.15	3	0.21	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	9	1	
25	Якутск	15.08	4	37.21	3	47.22	3	12.39	5	5.35	2	17.60	3	5.70	3	0.066	3	1.68	3	1.13	4	33	4	

Приложение таблица 4. Структура животноводства. Appendix Table 4. Structure of livestock.

№	Улус	Плотность поголовья, голов на 100 га пастбищ										Поголовье птицы, тыс. голов		Поголовье овец, коз и кроликов, голов		СУММА	
		Крупный рогатый скот		Коровы		Свиньи		Лошади		Северные олени							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Алданский	19	2	10	3	44.3	5	18	2	204	4	1.8	2	48	2	20	3
2	Амгинский	30	3	12	4	1.7	2	32	4		0	4.0	2		0	15	2
3	Булунский	4	1	3	1	6.8	3	67	5	3092	5		0		0	15	2
4	Верхневилуйский	27	3	10	3	0.8	1	21	3		0	1.2	2	286	4	16	2
5	Вилуйский	48	5	19	5	2.0	2	36	4		0	0.6	1	55	3	20	3
6	Горный	22	3	10	3	0.1	1	22	3		0	1.1	2	989	5	17	2
7	Жиганский	6	1	2	1	0.7	1	1	1	240	4	0.1	1		0	9	1
8	Кобяйский	24	3	10	3	1.1	2	17	2	34	2	1.7	2	79	3	17	2
9	Ленский	38	4	18	5	14.2	4	37	4		0	4.6	2	22	1	20	3
10	Мегино- Кангаласский	37	4	13	4	0.5	1	30	4		0	3.9	2	71	3	18	3
11	Мирнинский	31	4	14	4	1.6	2	16	2		0	73.7	5		0	17	2
12	Намский	15	2	6	2	0.6	1	18	2		0	2.2	2	441	4	13	2
13	Нерюнгринский	12	2	5	2	70.2	5	3	1	291	4	246.2	5	310	4	23	4
14	Нюрбинский	36	4	13	4	0.4	1	31	4		0	42.4	4	69	3	20	3
15	Олёкминский	16	2	7	2	0.8	1	18	2	14	2	7.9	3	456	4	16	2
16	Оленёкский	18	2	8	2	4.0	2	30	3	906	5	0.1	1	13	1	16	2
17	Сунтарский	27	3	11	3	0.3	1	25	3		0	1.9	2	211	4	16	2
18	Таттинский	38	4	15	4	1.0	2	37	4		0	2.5	2		0	16	2
19	Томпонский	10	1	4	1	0.4	1	8	1	26	2	2.3	2	135	4	12	1
20	Усть-Алданский	19	2	7	2	0.1	1	18	2		0	1.9	2		1	9	1
21	Усть-Майский	11	2	4	2	0.4	1	15	2	4	1	1.9	2	250	4	14	2
22	Хангаласский	17	2	7	2	0.6	1	26	3		0	3.2	2	190	4	14	2
23	Чурапчинский	29	3	11	3	0.4	1	23	3		0	2.2	2	103	4	16	2
24	Эвено- Бытантайский	13	2	6	2	0.0	1	30	4	238	4	0.1	1		1	13	2
25	Якутск	16	2	7	2	62.1	5	16	2		0	449.5	5	252	4	20	3

Приложение таблица 5. Социально-экологические аспекты. **Appendix Table 5.** Socio-ecological factors.

№	Улус	Плотность населения, чел./км ²		Городское население, %		Естественный прирост, на 1000 чел.		Миграционный прирост, на 1000 чел.		СУММА	
		3	2	4	5	5	1	6	1	7	2
1	Алданский	0.25	2	89.81	5	-5.4	1	-3.1	1	9	2
2	Амгинский	0.57	0	0.00	0	7.1	4	-3.3	1	5	1
3	Булунский	0.04	1	55.82	3	0.9	2	-2.2	1	7	1
4	Верхневилуйский	0.50	0	0.00	0	9.0	4	-1.4	1	5	1
5	Вилуйский	0.45	2	55.69	3	7.3	4	-2.3	1	10	2
6	Горный	0.27	0	0.00	0	11.6	5	1.6	3	8	2
7	Жиганский	0.03	0	0.00	0	2.6	3	13.4	5	8	2
8	Кобяйский	0.11	2	29.30	2	2.1	3	-7.4	1	8	2
9	Ленский	0.47	2	87.13	5	-2.2	1	5.9	4	12	3
10	Мегино-Кангаласский	2.68	3	13.97	1	7.0	4	8.8	4	12	3
11	Мирнинский	0.43	2	96.70	5	3.1	3	-7.0	1	11	3
12	Намский	2.11	0	0.00	0	7.7	4	0.6	2	6	1
13	Нерюнгринский	0.76	2	98.52	5	-0.3	1	13.4	5	13	3
14	Нюрбинский	0.45	2	41.11	3	6.5	4	-1.1	1	10	2
15	Олёкминский	0.15	2	37.32	2	-1.3	1	-2.8	1	6	1
16	Оленёкский	0.14	0	0.00	0	11.9	5	6.2	4	9	2
17	Сунтарский	0.41	0	0.00	0	6.6	4	4.2	3	7	1
18	Таттинский	0.86	0	0.00	0	6.9	4	-1.7	1	5	1
19	Томпонский	0.09	1	57.03	3	1.5	3	2.9	3	10	2
20	Усть-Алданский	1.12	0	0.00	0	5.1	4	-2.5	1	5	1
21	Усть-Майский	0.08	1	71.90	4	0.5	2	-29.9	1	8	2
22	Хангаласский	1.34	3	47.42	3	1.2	3	4.2	3	12	3
23	Чурапчинский	1.68	0	0.00	0	9.6	4	-4.5	1	5	1
24	Эвено-Бытантайский	0.06	0	0.00	0	10.1	5	1.7	3	8	2
25	Якутск	96.44	5	95.23	5	6.1	4	15.8	5	19	5

Приложение таблица 6. Эколого-экономические аспекты. Appendix Table 6. Ecological-economic factors.

№	Улус	Поступление экологических платежей в муниципальный бюджет, тыс. руб.						Текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды, млн. руб.						9		10		СУМ-МА	
		3*		4		5		6		7		8						11	
1	Алданский	24008.05	4	4238.25	3	14404.83	4	49.5	2	44.3	2	1.5	1	270371	3	72.89	4	23	3
2	Амгинский	925.08	2	311.02	2	555.05	2	0	1	0	1	n/a	0	7231	1	6.8	1	10	1
3	Булунский	600.03	2	39.65	1	360.02	2	0	1	0	1	0	0	121106	3	12.7	2	12	1
4	Верхневилуйский	79.34	1	637.94	2	47.6	1	0	1	0	1	n/a	0	15894	2	n/a	0	8	1
5	Вилуйский	223.3	2	65.01	1	133.98	2	21.312	2	6.952	1	n/a	0	28737	2	83.49	4	14	1
6	Горный	57.29	1	2399.29	3	34.37	1	0	1	0	1	n/a	0	15765	2	3.5	1	10	1
7	Жиганский	395.59	2	289	2	183.41	2	0	1	0	1	n/a	0	7365	1	n/a	0	9	1
8	Кобяйский	278.76	2	105.03	2	167.25	2	15.968	2	0	1	0	0	140639	3	25.6	3	15	2
9	Ленский	59935.39	5	1136.27	3	35961.23	5	1017.943	5	503.593	4	176.962	3	3991697	5	105.09	5	35	5
10	Мегино-Кангаласский	707.83	2	200.03	2	424.7	2	30.246	2	8.463	1	n/a	0	40424	2	168	5	16	2
11	Мирнинский	40304.01	5	1795.98	3	24182.4	4	n/a	0	1848.81	5	944.95	4	3700670	5	178.01	5	31	4
12	Намский	52.49	1	752.52	2	48.49	1	20.478	2	2.43	1	n/a	0	24709	2	0.42	1	10	1
13	Нерюнгринский	27601.45	4	13842.01	5	16560.87	4	389.85	3	367.25	3	19.59	2	1239795	4	181.36	5	30	4
14	Нюрбинский	23428.07	4	240.43	2	14056.84	4	121.647	3	808.338	4	0	0	980062	3	27.66	3	23	3
15	Олёкминский	29834.26	4	742.43	2	17900.55	4	47.773	2	12.372	2	4.352	1	95483	2	25.89	3	20	2
16	Оленёкский	5632.11	3	15.22	1	3.37926	1	62574	5	0	1	0	1	223986	3	0.6	1	15	2
17	Сунтарский	287.55	2	550.11	2	172.52	2	6.952	1	6.354	1	4.565	0	51518	2	1.33	1	12	1
18	Татгинский	964.8	2	606.87	2	578.88	2	11.314	2	0	1	0	0	16517	2	18.5	2	13	1
19	Томпонский	1345.2	3	334.63	2	807.12	2	18.844	2	5.251	1	0	0	35222	2	26.9	3	15	2
20	Усть-Алданский	423.12	2	91.18	1	283.87	2	0	1	0	1	n/a	0	7943	1	5.29	1	9	1
21	Усть-Майский	1193.38	3	0	0	716.08	2	30.13	2	n/a	5	14.83	2	66538	2	18	2	18	2
22	Хангаласский	506.05	2	365.98	2	303.63	2	60.987	2	13.777	2	n/a	0	102301	3	n/a	0	13	1
23	Чурапчинский	677.6	2	217.62	2	406.56	2	0	1	0	1	n/a	0	8419	1	9.7	1	10	1
24	Эвено-Бытантайский	43.16	1	0	0	25.9	1	n/a	0	0	1	n/a	0	4051	1	n/a	0	4	1
25	Якутск	5880.4	3	8163.81	4	4154.87	3	728.65	4	401.66	3	78.43	2	1528898	4	720.4	5	28	4

Примечания к таблице 6: 3* – плата за негативное воздействие на окружающую среду, 4 – денежные средства от штрафов и исков, поступившие в бюджет МО и МР, 5 – поступило в бюджет МО и МР от платы за негативное воздействие на среду, 6 – на сбор и очистку сточных вод, 7 – на обращение с отходами, 8 – на защиту и реабилитацию земель и природных вод, 9 – текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды, включая оплату услуг природоохранного назначения (тыс. руб.), 10 – вывезено за год твердых коммунальных отходов (тыс. м³).

Приложение таблица 7а. Социально-экономические и экологические аспекты. Appendix Table 7a. Social-economic and ecological factors.

№	Улус	Количество автомо- транспортных средств), зарегистрированных в ГИБДД МВД по Республике Саха, на 1000 чел.		Протяженность автодорог общего пользования местного значения, на конец года, 1 км/1000 км ²		Количество негазифи- цированных населенных пунктов, %		Количество населенных пунктов, не имеющих водопроводов, %		Количество населенных пунктов, не имеющих канализаций, %		Общая площадь жилых помещений, кв. м/чел.		Одиночное протяжение уличной водопро- водной сети, м	
		3	4	5	6	7	8	9							
1	Алданский	361	3	2.752	2	100.00	5	36.84	2	36.84	2	29.80	4	207810	5
2	Амгинский	203	3	12.371	3	100.00	5	95.24	5	95.24	5	26.48	4	3500	2
3	Булунский	62	1	0.221	1	100.00	5	10.00	1	10.00	1	17.05	2	21440	3
4	Верхневилуйский	182	2	26.596	3	58.62	3	68.97	4	75.86	4	20.29	3	n/a	0
5	Вилуйский	239	3	16.074	3	40.00	2	88.00	5	88.00	5	23.00	3	29400	3
6	Горный	289	3	14.941	3	81.25	5	62.50	4	93.75	5	23.51	3	21242	3
7	Жиганский	123	2	0.183	1	80.00	4	60.00	3	80.00	4	22.71	3	2600	2
8	Кобяйский	272	3	1.442	2	43.48	3	100.00	5	100.00	5	24.65	3	5500	2
9	Ленский	587	4	5.997	2	94.74	5	94.74	5	94.74	5	26.53	4	34510	3
10	Мегино-Кангаласский	403	4	63.863	4	55.56	3	97.22	5	100.00	5	30.10	5	4420	2
11	Мирнинский	616	5	1.284	2	57.14	3	35.71	2	50.00	3	20.54	3	155791	4
12	Намский	245	3	37.445	3	29.17	2	79.17	4	79.17	4	23.33	3	n/a	0
13	Нерюнгринский	395	3	2.714	2	88.89	5	0.00	0	0.00	0	22.81	3	289836	5
14	Нюрбинский	293	3	12.309	3	100.00	5	87.50	5	100.00	5	27.57	4	210	1
15	Олёкминский	163	2	10.348	3	94.44	5	87.04	5	94.44	5	25.68	4	6840	2
16	Оленёкский	102	2	1.248	2	100.00	5	100.00	5	100.00	5	24.80	3	n/a	0
17	Сунтарский	272	3	11.277	3	97.44	5	94.87	5	94.87	5	26.31	4	10300	3
18	Таттинский	295	3	19.653	3	100.00	5	93.33	5	100.00	5	26.61	4	850	1
19	Томпонский	311	3	3.397	2	100.00	5	78.57	4	78.57	4	24.25	3	18460	3
20	Усть-Алданский	143	2	36.842	3	100.00	5	80.00	4	85.71	5	27.16	4	43000	3
21	Усть-Майский	232	3	3.027	2	81.25	5	56.25	3	56.25	3	26.27	4	22734	3
22	Хангаласский	289	3	23.964	3	58.62	3	55.17	3	58.62	3	23.14	3	45530	3
23	Чурапчинский	246	3	71.968	4	60.00	3	26.67	2	40.00	2	25.33	4	1380	2
24	Эвено-Бытантайский	126	2	1.788	2	75.00	4	100.00	5	75.00	4	18.51	2	n/a	0
25	Якутск	348	3	135.639	5	0.00	1	66.67	4	75.00	4	21.47	3	202050	5

Приложение таблица 76. Социально-экономические и экологические аспекты. Appendix Table 76. Social-economic and ecological factors.

№	Улус	Распределение организаций по видам экономической деятельности, ед. на 10000 чел.										СУММА	
		Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство		Добыча полезных ископаемых		Обрабатывающие производства		Строительство		Транспортировка и хранение			
1	2	10		11		12		13		14		15	
1	Алданский	21	2	15	5	8	4	18	3	11	3	40	4
2	Амгинский	23	2	0	0	2	3	9	2	2	1	35	3
3	Булунский	36	3	4	3	1	1	8	2	11	3	26	2
4	Верхневиллоийский	22	2	1	1	4	3	11	3	2	1	29	2
5	Виллоийский	16	2	1	2	6	4	11	3	3	1	36	3
6	Горный	23	2	0	0	7	4	5	1	3	1	34	3
7	Жиганский	110	5	0	0	2	3	19	3	7	2	32	3
8	Кобяйский	36	3	2	3	7	4	7	2	2	1	36	3
9	Ленский	7	1	1	2	5	4	15	3	14	3	41	4
10	Мегино-Кангаласский	13	2	1	1	7	4	14	3	5	2	40	4
11	Мирнинский	4	1	3	3	5	4	16	3	52	5	38	3
12	Намский	21	2	0	0	8	4	18	3	4	1	29	2
13	Нерюнгринский	7	1	14	5	9	4	23	3	28	4	35	3
14	Нюрбинский	15	2	2	2	8	4	11	3	4	1	38	3
15	Олёкминский	11	2	2	3	3	3	5	2	4	1	37	3
16	Оленёкский	88	4	5	3	5	3	21	3	7	2	37	3
17	Сунтарский	22	2	0	0	8	4	5	2	2	1	37	3
18	Таттинский	16	2	2	2	6	4	8	2	2	1	37	3
19	Томпонский	22	2	2	3	13	5	6	2	5	1	37	3
20	Усть-Алданский	39	3	0	0	4	3	2	1	1	1	34	3
21	Усть-Майский	37	3	15	5	3	3	10	2	7	2	38	3
22	Хангаласский	19	2	2	2	11	5	17	3	4	1	34	3
23	Чурапчинский	36	3	0	0	1	1	14	3	1	1	28	2
24	Эвено-Бытантайский	49	3	0	0	3	3	0	0	7	2	27	2
25	Якутск	7	1	10	4	17	5	67	5	19	3	43	4

Приложение таблица 8. Радиоактивные выпадения из атмосферы.
Table 8. Radioactive fallout.

№	Улус	Уровень мощности дозы гамма-излучения (максимальный суточный), мкР/ч	
		3	2
1	Алданский	18	2
2	Амгинский	15	1
3	Булунский	14	1
4	Верхневиллюйский	11	1
5	Виллюйский	15	1
6	Горный	13	1
7	Жиганский	16	2
8	Кобяйский	12	1
9	Ленский	16.5	2
10	Мегино-Кангаласский	n/a	0
11	Мирнинский	13	1
12	Намский	17	2
13	Нерюнгринский	16,5	2
14	Нюрбинский	13	1
15	Олёмминский	14	1
16	Оленёкский	n/a	0
17	Сунтарский	15	1
18	Таттинский	19	3
19	Томпонский	14.67	1
20	Усть-Алданский	n/a	0
21	Усть-Майский	17	2
22	Хангаласский	15	1
23	Чурапчинский	14	1
24	Эвено-Бытантайский	n/a	0
25	Якутск	14	1

Приложение таблица 9. Экологические аспекты: ООПТ.
Table 9. Ecological factors: specially protected natural areas.

№	Улус	ООПТ, % от территории улуса		Охраняемые виды растений и грибов, %		Охраняемые виды животных, %		СУММА	
		3	2	4	1	5	4	6	1
1	Алданский	45.39	3	39.74	4	36.52	4	11	4
2	Амгинский	25.31	2	5.45	1	18.26	2	5	1
3	Булунский	18.27	1	16.99	2	21.74	3	6	2
4	Верхневиллюйский	23.24	2	0.96	1	20.87	3	6	2
5	Виллюйский	26.92	2	2.24	1	20.00	2	5	1
6	Горный	33.68	2	3.21	1	14.78	2	5	1
7	Жиганский	35.06	2	6.41	1	20.00	2	5	1
8	Кобяйский	23.33	2	12.50	2	25.22	3	7	2
9	Ленский	18.38	1	22.12	3	37.39	4	8	3
10	Мегино-Кангаласский	20.27	2	3.21	1	20.00	2	5	1
11	Мирнинский	15.13	1	6.73	1	29.57	3	5	1
12	Намский	13.23	1	5.13	1	18.26	2	4	1
13	Нерюнгринский	22.98	2	26.92	3	35.65	4	9	3
14	Нюрбинский	23.55	2	1.60	1	22.61	3	6	2
15	Олёмминский	16.62	1	58.97	5	52.17	5	11	4
16	Оленёкский	85.21	5	0.32	1	12.17	2	8	3
17	Сунтарский	26.56	2	5.13	1	30.43	4	7	2
18	Таттинский	37.78	2	4.17	1	16.52	2	5	1
19	Томпонский	31.93	2	20.83	3	20.87	3	8	3
20	Усть-Алданский	30.85	2	3.21	1	25.22	3	6	2
21	Усть-Майский	28.84	2	14.10	2	24.35	3	7	2
22	Хангаласский	60.15	4	14.74	2	28.70	3	9	3
23	Чурапчинский	27.82	2	2.88	1	16.52	2	5	1
24	Эвено-Бытантайский	22.64	2	2.88	1	8.70	1	4	1
25	Якутск	25.50	2	10.90	2	20.00	2	6	2

Приложение таблица 9. Экологические аспекты: ООПТ.
Appendix Table 9. Ecological factors: specially protected natural areas.

№	Улус	ООПТ, % от территории улуса		Охраняемые виды растений и грибов, %		Охраняемые виды животных, %		СУММА	
		3		4		5		6	
1	Алданский	45.39	3	39.74	4	36.52	4	11	4
2	Амгинский	25.31	2	5.45	1	18.26	2	5	1
3	Булунский	18.27	1	16.99	2	21.74	3	6	2
4	Верхневиллойский	23.24	2	0.96	1	20.87	3	6	2
5	Виллойский	26.92	2	2.24	1	20.00	2	5	1
6	Горный	33.68	2	3.21	1	14.78	2	5	1
7	Жиганский	35.06	2	6.41	1	20.00	2	5	1
8	Кобяйский	23.33	2	12.50	2	25.22	3	7	2
9	Ленский	18.38	1	22.12	3	37.39	4	8	3
10	Мегино-Кангаласский	20.27	2	3.21	1	20.00	2	5	1
11	Мирнинский	15.13	1	6.73	1	29.57	3	5	1
12	Намский	13.23	1	5.13	1	18.26	2	4	1
13	Нерюнгринский	22.98	2	26.92	3	35.65	4	9	3
14	Нюрбинский	23.55	2	1.60	1	22.61	3	6	2
15	Олёкминский	16.62	1	58.97	5	52.17	5	11	4
16	Оленёкский	85.21	5	0.32	1	12.17	2	8	3
17	Сунтарский	26.56	2	5.13	1	30.43	4	7	2
18	Таттинский	37.78	2	4.17	1	16.52	2	5	1
19	Томпонский	31.93	2	20.83	3	20.87	3	8	3
20	Усть-Алданский	30.85	2	3.21	1	25.22	3	6	2
21	Усть-Майский	28.84	2	14.10	2	24.35	3	7	2
22	Хангаласский	60.15	4	14.74	2	28.70	3	9	3
23	Чурапчинский	27.82	2	2.88	1	16.52	2	5	1
24	Эвено-Бытантайский	22.64	2	2.88	1	8.70	1	4	1
25	Якутск	25.50	2	10.90	2	20.00	2	6	2

Приложение таблица 10. Лесные ресурсы. **Appendix Table 10.** Forest resources.

№	Улус	Лесистость, %	
1	2	3	
1	Алданский	81.9	5
2	Амгинский	86.4	5
3	Булунский	15.5	1
4	Верхневиллюйский	69.2	4
5	Виллюйский	53.2	3
6	Горный	86.5	5
7	Жиганский	52.1	3
8	Кобяйский	26.4	2
9	Ленский	89.8	5
10	Мегино-Кангаласский	76.9	4
11	Мирнинский	67.3	4
12	Намский	68.3	4
13	Нерюнгринский	91.5	5
14	Нюрбинский	84.8	5
15	Олёкминский	86.9	5
16	Оленёкский	65	4
17	Сунтарский	86.7	5
18	Таттинский	82.1	5
19	Томпонский	47	3
20	Усть-Алданский	75	4
21	Усть-Майский	74.7	4
22	Хангаласский	86.6	5
23	Чурапчинский	78.5	4
24	Эвено-Бытантайский	11.5	1
25	Якутск	64.2	4

Приложение таблица 11. Структура землепользования и эколого-экономические аспекты.
Table 11. Land use structure and ecological-economic factors.

№	Улус	Распределение земель с/х назначения на 1.01.2021, %, залежи		Распределение организаций по видам экономической деятельности, ед. на 10000 чел.						СУММА	
				Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений		Образование		Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг			
1	2	3		4		5		6		7	
1	Алданский	0.00	1	1	2	15	3	5	3	9	2
2	Амгинский	0.02	1	1	3	24	4	5	3	11	3
3	Булунский	0.00	1	0	1	24	4	6	3	9	2
4	Верхневиллюйский	3.88	4	0	2	26	5	3	2	13	3
5	Вилуйский	0.45	1	4	5	25	5	5	3	14	4
6	Горный	0.31	1	2	3	25	5	5	3	12	3
7	Жиганский	0.00	1	2	4	26	5	7	4	14	4
8	Кобяйский	0.03	1	0	1	36	5	2	2	9	2
9	Ленский	2.15	3	1	3	12	2	4	2	10	2
10	Мегино-Кангаласский	5.27	5	1	3	22	4	4	2	14	4
11	Мирнинский	0.00	1	1	3	6	1	4	2	7	1
12	Намский	0.13	1	2	3	29	5	3	2	11	3
13	Нерюнгринский	0.00	1	1	3	8	1	6	3	8	2
14	Нюрбинский	3.83	4	3	4	22	4	5	3	15	4
15	Олёкминский	2.96	3	0	2	27	5	5	3	13	3
16	Оленёкский	0.00	1	0	1	28	5	9	5	12	3
17	Сунтарский	0.22	1	2	4	26	5	3	2	12	3
18	Таттинский	3.60	4	1	2	26	5	6	3	14	4
19	Томпонский	0.00	1	2	3	29	5	5	3	12	3
20	Усть-Алданский	0.00	1	0	2	35	5	4	3	11	3
21	Усть-Майский	0.88	2	3	4	25	4	4	3	13	3
22	Хангаласский	0.19	1	2	3	18	3	5	3	10	2
23	Чурапчинский	0.00	1	0	1	28	5	3	2	9	2
24	Эвено-Бытантайский	0.00	1	3	5	24	4	10	5	15	4
25	Якутск	0.14	1	2	4	9	1	9	5	11	3

Приложение таблица 12. Показатели интегральной техногенной нагрузки с негативным эффектом на окружающую среду. **Appendix Table 12.** Indicators of integral industrial impact negatively affecting the environment.

№	Улус	Состояние атмосферного воздуха	Состояние водных ресурсов	Структура землепользования	Структура животноводства	Социально-экологические аспекты	Эколого-экономические аспекты	Социально-экономические и экологические аспекты	Радиационные выпадения из атмосферы	СУММА	
										3	4
1	Алданский	4	3	2	3	2	3	4	2	23	4
2	Амгинский	2	1	3	2	1	1	3	1	14	2
3	Булунский	1	1	1	2	1	1	2	1	10	1
4	Верхневиллюйский	1	1	2	2	1	1	2	1	11	1
5	Виллюйский	2	1	2	3	2	1	3	1	15	2
6	Горный	1	1	1	2	2	1	3	1	12	1
7	Жиганский	1	1	1	1	2	1	3	2	12	1
8	Кобяйский	2	1	3	2	2	2	3	1	16	2
9	Ленский	5	3	2	3	3	5	4	2	27	4
10	Мегино-Кангаласский	2	4	3	3	3	2	4	0	21	3
11	Мирнинский	5	5	2	2	3	4	3	1	25	4
12	Намский	1	1	2	2	1	1	2	2	12	1
13	Нерюнгринский	5	5	3	4	3	4	3	2	29	5
14	Нюрбинский	3	2	2	3	2	3	3	1	19	3
15	Олёкминский	3	1	2	2	1	2	3	1	15	2
16	Оленёкский	1	1	1	2	2	2	3	0	12	1
17	Сунтарский	2	1	2	2	1	1	3	0	12	1
18	Таттинский	2	1	2	2	1	1	3	3	15	2
19	Томпонский	2	1	1	1	2	2	3	1	13	2
20	Усть-Алданский	2	1	3	1	1	1	3	0	12	1
21	Усть-Майский	2	3	2	2	2	2	3	2	18	3
22	Хангаласский	2	2	3	2	3	1	3	1	17	2
23	Чурапчинский	1	1	2	2	1	1	2	1	11	1
24	Эвено-Бытантайский	1	1	1	2	2	1	2	0	10	1
25	Якутск	4	5	4	3	5	4	4	1	30	5

Приложение таблица 13. Показатели интегральной техногенной нагрузки с положительным влиянием на окружающую среду. **Appendix Table 13.** Indicators of integral industrial impact positively affecting the environment.

№	Улус	Экологические аспекты: ООПТ	Лесные ресурсы	Структура землепользования и эколого-экономические аспекты	СУММА	
					1	2
1	2	3	4	5	6	
1	Алданский	4	5	2	11	4
2	Амгинский	1	5	3	9	3
3	Булунский	2	1	2	5	1
4	Верхневиллойский	2	4	3	9	3
5	Вилуйский	1	3	4	8	3
6	Горный	1	5	3	9	3
7	Жиганский	1	3	4	8	3
8	Кобяйский	2	2	2	6	2
9	Ленский	3	5	2	10	4
10	Мегино-Кангаласский	1	4	4	9	3
11	Мирнинский	1	4	1	6	2
12	Намский	1	4	3	8	3
13	Нерюнгринский	3	5	2	10	4
14	Нюрбинский	2	5	4	11	4
15	Олёкминский	4	5	3	12	5
16	Оленёкский	3	4	3	10	4
17	Сунтарский	2	5	3	10	4
18	Таттинский	1	5	4	10	4
19	Томпонский	3	3	3	9	3
20	Усть-Алданский	2	4	3	9	3
21	Усть-Майский	2	4	3	9	3
22	Хангаласский	3	5	2	10	4
23	Чурапчинский	1	4	2	7	2
24	Эвено-Бытантайский	1	1	4	6	2
25	Якутск	2	4	3	9	3

Приложение таблица 14. Показатели интегральной нагрузки на окружающую среду.
Appendix Table 14. Indicators of the integral industrial impact on the environment.

№	Улус	Интегральная нагрузка	
		Негативный эффект	Положительное влияние
1	2	3	4
1	Алданский	очень высокая	очень высокая
2	Амгинский	средняя	высокая
3	Булунский	слабая	слабая
4	Верхневилуйский	слабая	высокая
5	Вилуйский	средняя	высокая
6	Горный	слабая	высокая
7	Жиганский	слабая	высокая
8	Кобяйский	средняя	средняя
9	Ленский	очень высокая	очень высокая
10	Мегино-Кангаласский	высокая	высокая
11	Мирнинский	очень высокая	средняя
12	Намский	слабая	высокая
13	Нерюнгринский	чрезвычайно высокая	очень высокая
14	Нюрбинский	высокая	очень высокая
15	Олёкминский	средняя	чрезвычайно высокая
16	Оленёкский	средняя	очень высокая
17	Сунтарский	слабая	очень высокая
18	Татгинский	средняя	очень высокая
19	Томпонский	средняя	высокая
20	Усть-Алданский	слабая	высокая
21	Усть-Майский	высокая	высокая
22	Хангаласский	средняя	очень высокая
23	Чурапчинский	слабая	средняя
24	Эвено-Бытантайский	слабая	средняя
25	Якутск	чрезвычайно высокая	высокая

UDC 556.383/388:504(571.1)

ASSESSMENT OF THE INTEGRAL INDUSTRIAL IMPACT ON THE ENVIRONMENT IN THE LENA RIVER BASIN

© 2024. A.P. Belousova, A.S. Oboturov, E.E. Rudenko

Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences
3, Gubkina Str., 119333, Moscow, Russia. E-mail: anabel@iwp.ru, belanna47@mail.ru

Received Februar 01, 2023. Revised Februar 15, 2024. Accepted March 01, 2024.

In this article we evaluate for the first time an integral industrial impact on the environment under its negative and positive conditions of development. Our research took place in the Republic of Sakha (Yakutia), in the basin of the Lena River. It was conducted in 2 stages: 1) under the negative industrial impact on the environment, 2) under the positive impact on the environment.

Industrial impact was evaluated using a methodology we have developed in our previous studies. It allowed us to take into account the multifactority of multidimensional indicators that characterize the impact on the studied areas, including the Lena Basin.

The approach presented in our research is based on a simple arithmetic operation, which combines all multidimensional characteristics of the impact in our calculations, and brings them to dimensionless values to determine the degree of their either negative or positive impact on the environment.

The research was carried out in 25 districts of Sakha, all located in the basin of the Lena River. We analyzed 53 negative indicators (combined into 8 groups) and 8 positive indicators (combined into 3 groups) showing the state of various environmental components. Each indicator was assigned a degree of industrial impact on a 5-point scale; each group was also assigned a degree of the total industrial impact on the environment on a 5-point scale. Then we evaluated the total impact within each group, and compiled 11 maps.

Keywords: environment, industrial impact, water resources, ecological, economic and social aspects of influence, negative and positive impact on the environment.

Funding. This work was carried out as part of the scientific program of the Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Project No. FMWZ-2022-0001 “Studies of Hydrological Land Cycle Processes and Water Resources Formation, Geophysical Processes in Water Bodies and Their Basins, Formation of Extreme Hydrological Phenomena and Dynamics of Hydrological Systems Considering the Changing Climatic Conditions and Anthropogenic Factors”.

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-51-85

EDN: FSSBRV

**ASSESSMENT OF THE INTEGRAL INDUSTRIAL IMPACT
ON THE ENVIRONMENT IN THE LENA RIVER BASIN**

© 2024. A.P. Belousova, A.S. Oboturov, E.E. Rudenko

*Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences
3, Gubkina Str., 119333, Moscow, Russia. E-mail: belanna47@mail.ru, helenalenaru@gmail.com*

Received Februar 01, 2023. Revised Februar 15, 2024. Accepted March 01, 2024.

In this article we evaluate for the first time an integral industrial impact on the environment under its negative and positive conditions of development. Our research took place in the Republic of Sakha (Yakutia), in the basin of the Lena River. It was conducted in 2 stages: 1) under the negative industrial impact on the environment, 2) under the positive impact on the environment.

Industrial impact was evaluated using a methodology we have developed in our previous studies. It allowed us to take into account the multifactority of multidimensional indicators that characterize the impact on the studied areas, including the Lena Basin.

The approach presented in our research is based on a simple arithmetic operation, which combines all multidimensional characteristics of the impact in our calculations, and brings them to dimensionless values to determine the degree of their either negative or positive impact on the environment.

The research was carried out in 25 districts of Sakha, all located in the basin of the Lena River. We analyzed 53 negative indicators (combined into 8 groups) and 8 positive indicators (combined into 3 groups) showing the state of various environmental components. Each indicator was assigned a degree of industrial impact on a 5-point scale; each group was also assigned a degree of the total industrial impact on the environment on a 5-point scale. Then we evaluated the total impact within each group, and compiled 11 maps.

Keywords: environment, industrial impact, water resources, ecological, economic and social aspects of influence, negative and positive impact on the environment.

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-86-118

EDN: ULALFY

For the first time we estimated the integral industrial load under different conditions of development of both negative and positive industrial impacts on the environment. This research was carried out in the Republic of Sakha (Yakutia), in the Lena River basin, and consisted of two stages: Stage I was conducted under the negative industrial impact on the environment, while Stage II was conducted under the positive impact.

We assessed the impact of industrial load on the environment according to our own methodology that was developed in our earlier works (Belousova et al., 2019; Belousova, Rudenko, 2020, 2021). It allows us to take into account the multifactoriality of multidimensional indicators that characterize the load on the studied regions, including the Lena River basin.

The approach presented in this article is based on a simple arithmetic action that combines all multidimensional characteristics of environmental impact and brings them to dimensionless values in order to then establish the degree of their either negative or positive impact.

Materials and Methods

For 25 districts of the Sakha Republic (Fig. 1), located in the Lena River basin, we analyzed 53 negative indicators of the condition of various environmental components (State report ..., 2020;

Statistical yearbook ..., 2021; Database ..., 2024). These indicators were combined into 8 groups. Each indicator was assigned a level of industrial load on a 5-point scale. Each group of indicators was assigned a level of intensity of the total industrial load on the environment on a 5-point scale as well; additionally, the total load within each group was estimated and showed on 8 maps further below.

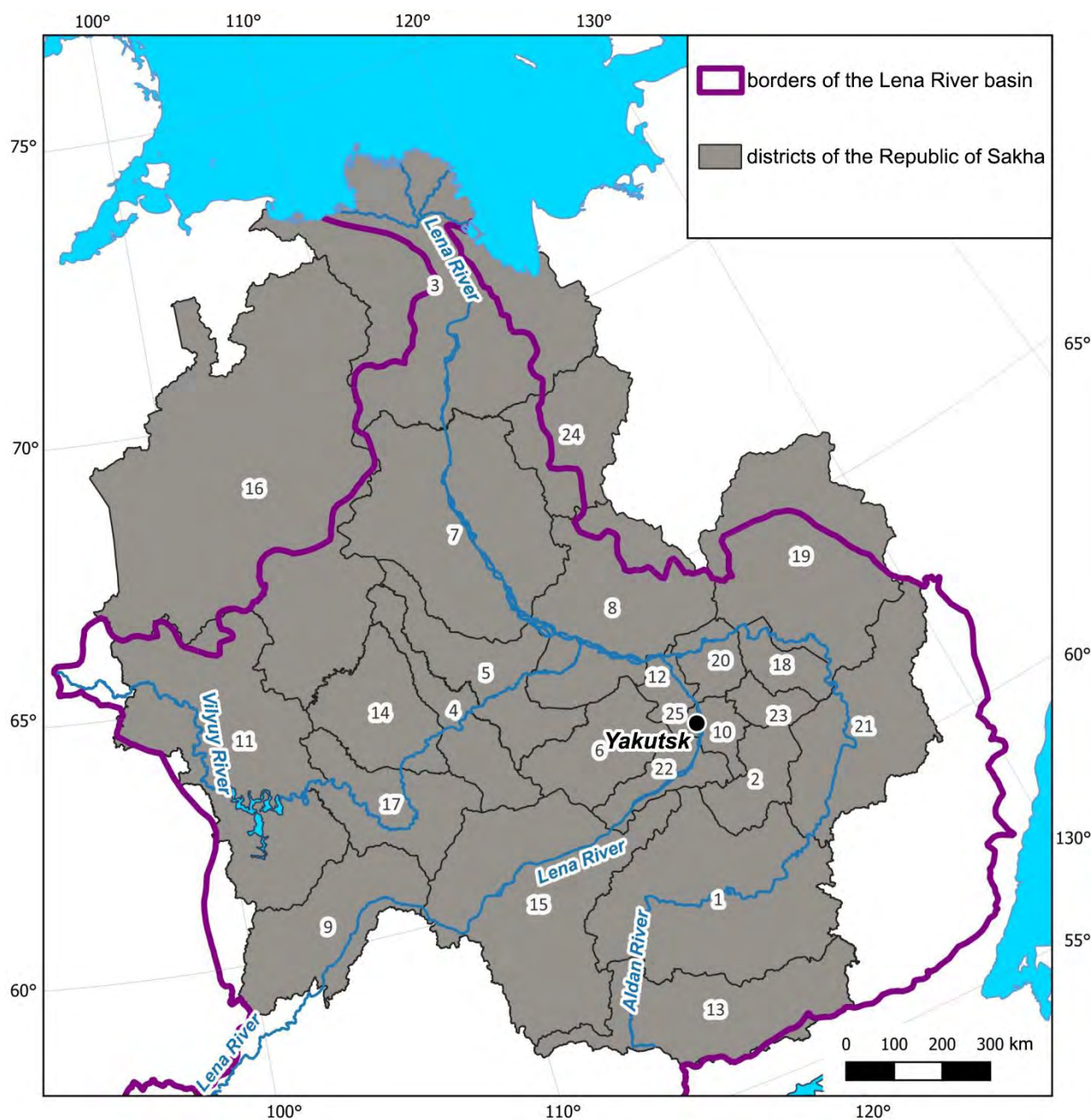


Fig. 1. Administrative division of the Republic of Sakha (Yakutia) in the Lena basin. *Legend.* Districts: 1 – Aldansky, 2 – Amginsky, 3 – Bulunsky, 4 – Verkhnevilyuysky, 5 – Vilyuysky, 6 – Gorny, 7 – Zhigansky, 8 – Kobayasky, 9 – Lensky, 10 – Megino-Kangalassky, 11 – Mirninsky, 12 – Namsky, 13 – Neryungrinsky, 14 – Nyurbinsky, 15 – Olenyoksky, 16 – Olenyoksky, 17 – Suntarsky, 18 – Tattinsky, 19 – Tomponsky, 20 – Ust-Aldansky, 21 – Ust-Maysky, 22 – Khangalassky, 23 – Churapchinsky, 24 – Eveno-Bytantaysky, 25 – Yakutsk (including an urban locality Zhatay).

Indicators of industrial load with negative impact on the environment were assessed by their groups: I – condition of atmospheric air, II – condition of water resources, III – structure of land use, IV – structure of livestock, V – socio-ecological factors, VI – ecological-economic factors, VII – socio-economic and ecological factors, VIII – radioactive fallout from the atmosphere.

I. Condition of Atmospheric Air (4)¹ (Appendix Table 1):

- 1) Pollutant emissions from the stationary sources (thousand tons; *Column 3*);
- 2) Volume of atmospheric emissions (% of the total emissions in the Republic; *Column 4*);
- 3) Polluting enterprises (units; *Column 5*);
- 4) Stationary sources of pollution (units; *Column 6*).

Total industrial load of this group of indicators (Column 7): 1 – 4-7 (low), 2 – 8-10 (medium), 3 – 11-13 (high), 4 – 14-16 (very high), 5 – higher than 16 (extremely high).

This group's low impact on the state of atmospheric air was recorded in the under-populated districts, such as Bulunsky, Verkhnevilyuysky, Gorny, Zhigansky, Namsky, Olenyoksky, Churapchinsky and Eveno-Bytantaysky (Fig. 2); extremely high impact was recorded in Lensky, Mirninsky and Neryungrinsky districts; very high – in Yakutsk and Aldansky District. Other districts were under either medium or high impact.

II. Condition of Water Resources (7) (Appendix Table 2):

- 1) Water sampling from the natural sources (million m³; *Column 3*);
- 2) Wastewater discharge (million m³; *Column 4*);
- 3/4) Water usage (million m³): 3 – water intake from the natural sources for further usage (*Column 5*), 4 – water discharge into the surface water bodies (*Column 6*);
- 5/6) Structure of fresh water usage (million m³): 5 – manufacturing needs (*Column 8*), 6 – agricultural supply and irrigation (*Column 9*).

Total industrial load of this group (Column 10): 1 – 3-12 (low), 2 – 13-17 (medium), 3 – 18-22 (high), 4 – 23-28 (very high), 5 – higher than 28 (extremely high).

The negative impact of the industrial load on the water resources was low and medium in the most districts of Sakha (Fig. 3). High impact was recorded in the Aldansky, Lensky and Ust-Maysky districts; very high – in Megino-Kangalassky District; extremely high – in Mirninsky and Neryungrinsky districts, as well as in Yakutsk Urban District.

III. Land Use Structure (10) (Appendix Table 3):

- 1-4) Distribution of agricultural lands as of January 1, 2021 (%): 1 – arable lands (*Column 3*), 2 – hay fields (*Column 4*), 3 – pastures (*Column 5*), 4 – total of the entire district's territory (*Column 6*);
- 5-7) Cultivated area (% of the total arable area): 5 – grain (*Column 7*), 6 – potato (*Column 8*), 7 – hardy vegetables (*Column 9*);
- 8-10) Crop yield (tons per 1 ha of arable land): 8 – grain (*Column 10*), 9 – potato (*Column 11*), 10 – hardy vegetables (*Column 12*).

Total industrial load of this group (Column 13): 1 – 9-17 (low), 2 – 18-25 (medium), 3 – 26-32 (high), 4 – 33-40 (very high), 5 – higher than 40 (extremely high).

The structure of land use had a low impact on the environment of 6 districts of Sakha (Bulunsky, Gorny, Zhigansky, Olenyoksky, Tomponsky and Eveno-Bytantaysky; Fig. 4). The main negative impact was caused by numerous deer pastures. In 6 other districts (Amginsky, Kobyaysky, Megino-Kangalassky, Neryungrinsky, Ust-Aldansky, Khangalassky) the negative impact was high, and very high in Yakutsk. Other districts were under medium impact.

IV. Structure of Livestock (7) (Appendix Table 4):

- 1-5) Density of livestock (number of heads per 100 ha of pastures): 1 – cattle (*Column 3*), 2 – cows (*Column 4*), 3 – pigs (*Column 5*), 4 – horses (*Column 6*), 5 – reindeer (*Column 7*);
- 6) Number of birds (thousand heads; *Column 8*);

¹ Hereinafter the brackets show a number of indicators within a group.

7) Number of sheep, goats and rabbits (heads; *Column 9*).

Total industrial load of this group (Column 10): 1 – 7-12 (low), 2 – 13-17 (medium), 3 – 18-22 (high), 4 – 23-28 (very high), 5 – higher than 28 (extremely high).

The negative impact of the structure of livestock was insignificant on the environment of Yakutia, measuring from low to medium in most districts (Fig. 5). It was high in 5 districts (Aldansky, Vilyuysky, Lensky, Megino-Kangalassky, Nyurbinsky), but extremely high in Neryungrinsky District.

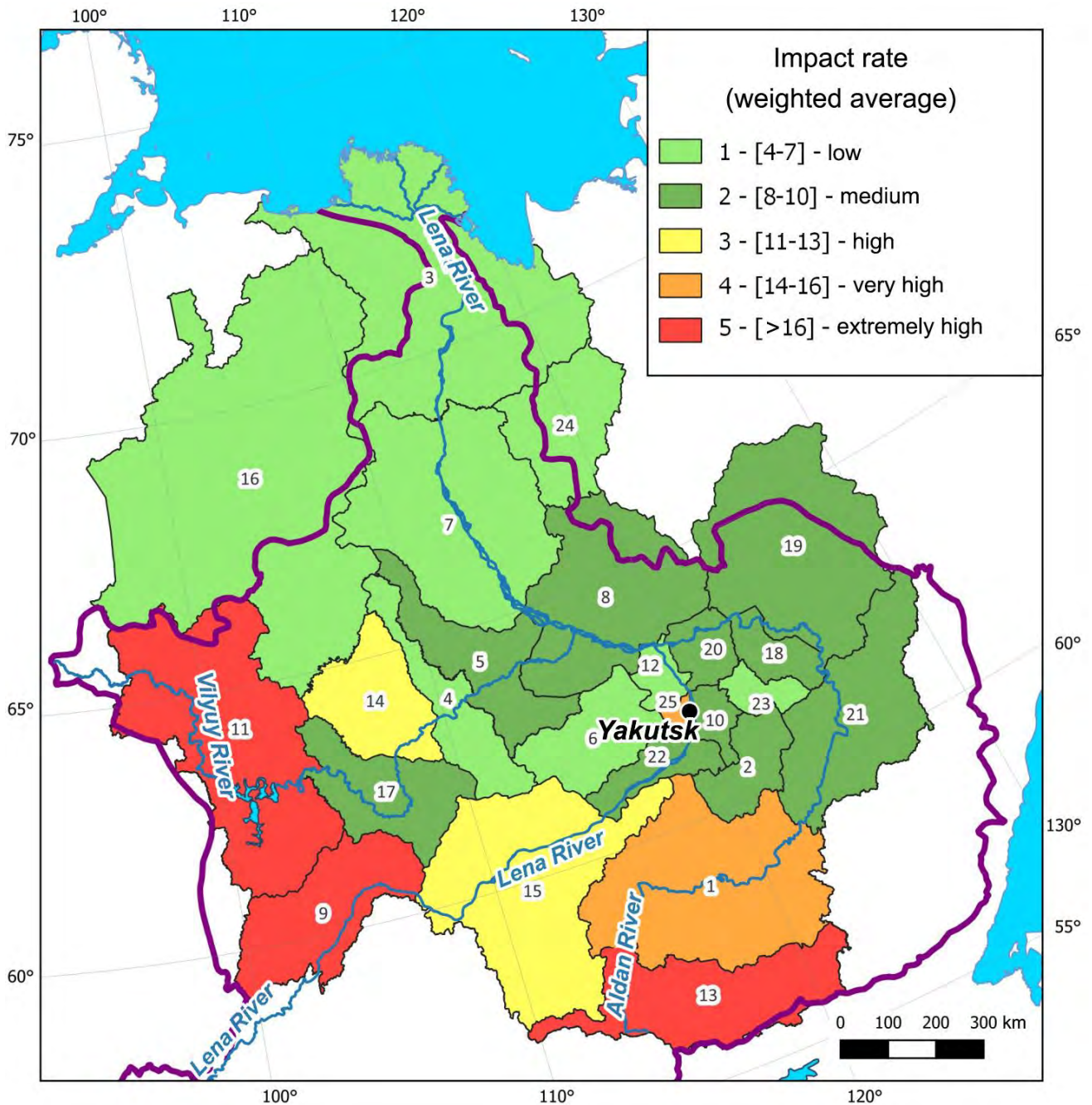


Fig. 2. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: air condition.

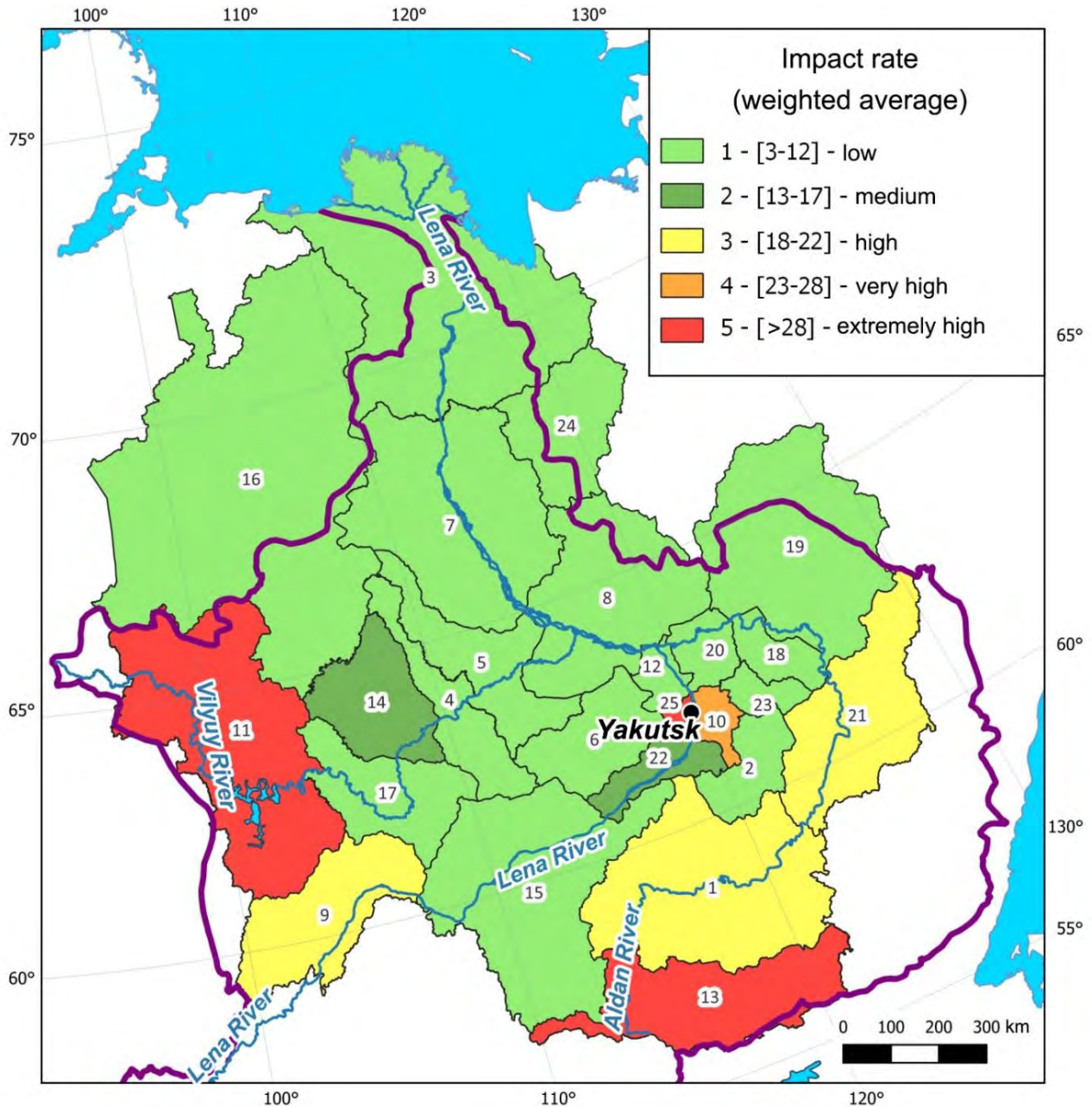


Fig. 3. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: condition of water resources.

V. Socio-Ecological Factors (4) (Appendix Table 5).

- 1) Population density (ind./km²; Column 3);
- 2) City population (%; Column 4);
- 3) Natural population growth (per 1000 ind.; Column 5);
- 4) Net migration (per 1000 ind.; Column 6).

Total industrial load of this group (Column 7): 1 – 4-7 (low), 2 – 8-10 (medium), 3 – 11-13 (high), 4 – 14-16 (very high), 5 – higher than 16 (extremely high).

Demographic indicators were evaluated by their negative impact on the environment; therefore, the areas with population decline were marked as favorable ones. Low and medium negative impact of this group on the environment was observed virtually everywhere in the region (Fig. 6),

being high only in 5 districts (Lensky, Megino-Kangalassky, Mirninsky, Neryungrinsky, Khangalassky), and, naturally, extremely high in Yakutsk.

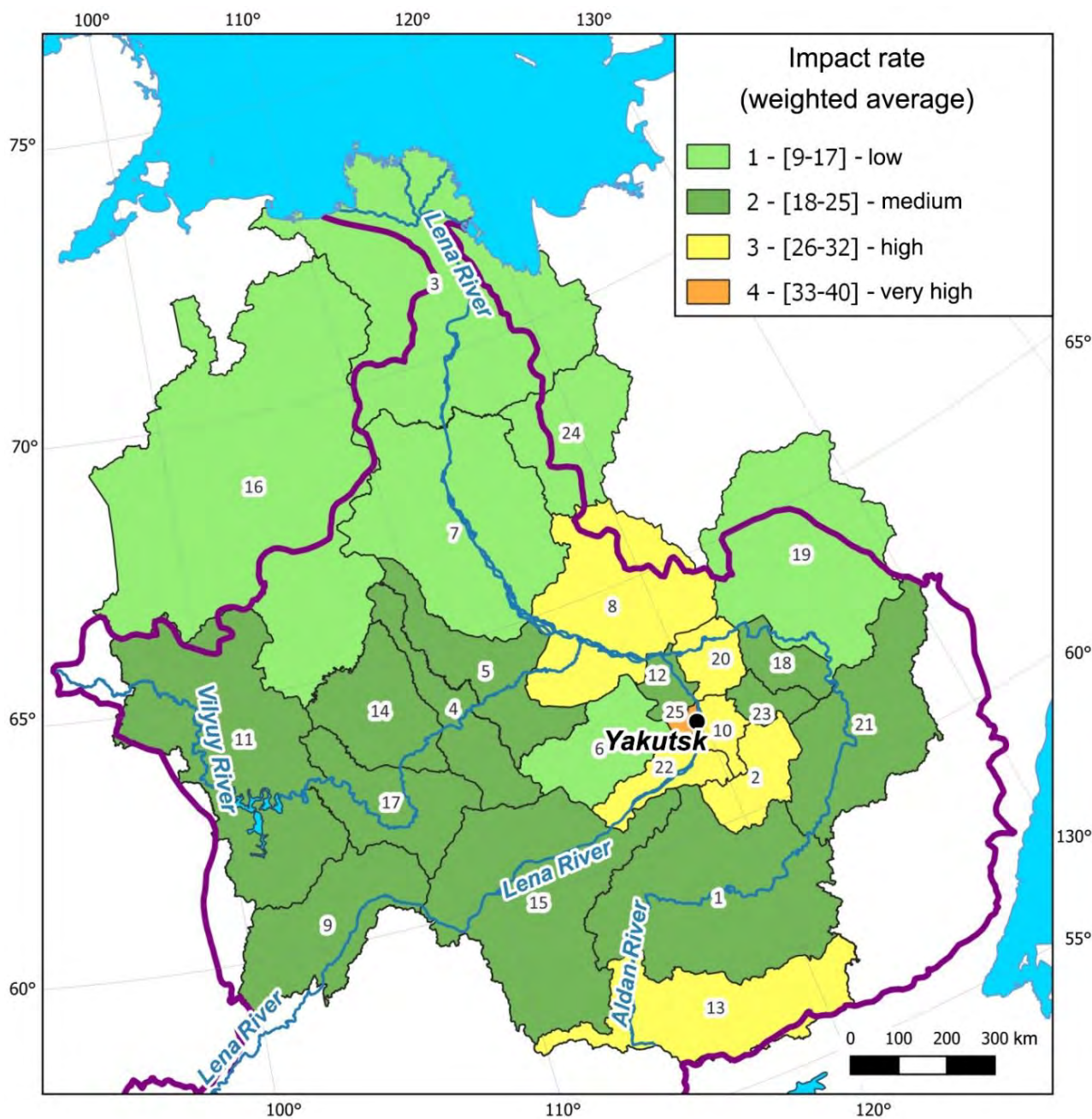


Fig. 4. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: land use structure.

VI. Ecological-Economic Factors (8) (Appendix Table 6):

1-3) Ecological fees added to the municipal budget (thousand rubles): 1 – fees for negative impact on environment (*Column 3*), 2 – fines and lawsuits fees added to the budget of the municipal divisions and municipal districts (*Column 4*), 3 – paid to the budget of the municipal divisions and districts after for the negative environmental impact (*Column 5*);

4-6) Current operating costs of nature protection (million rubles): 4 – costs of catchment and

purification of wastewater (*Column 6*), 5 – costs of waste treatment (*Column 7*), 6 – costs of land and natural water rehabilitation and protection (*Column 8*);

7) Current operating costs of environment protection, including costs of nature protecting services (thousand rubles; *Column 9*);

8) Removal of solid household waste per year (thousand m³; *Column 10*).

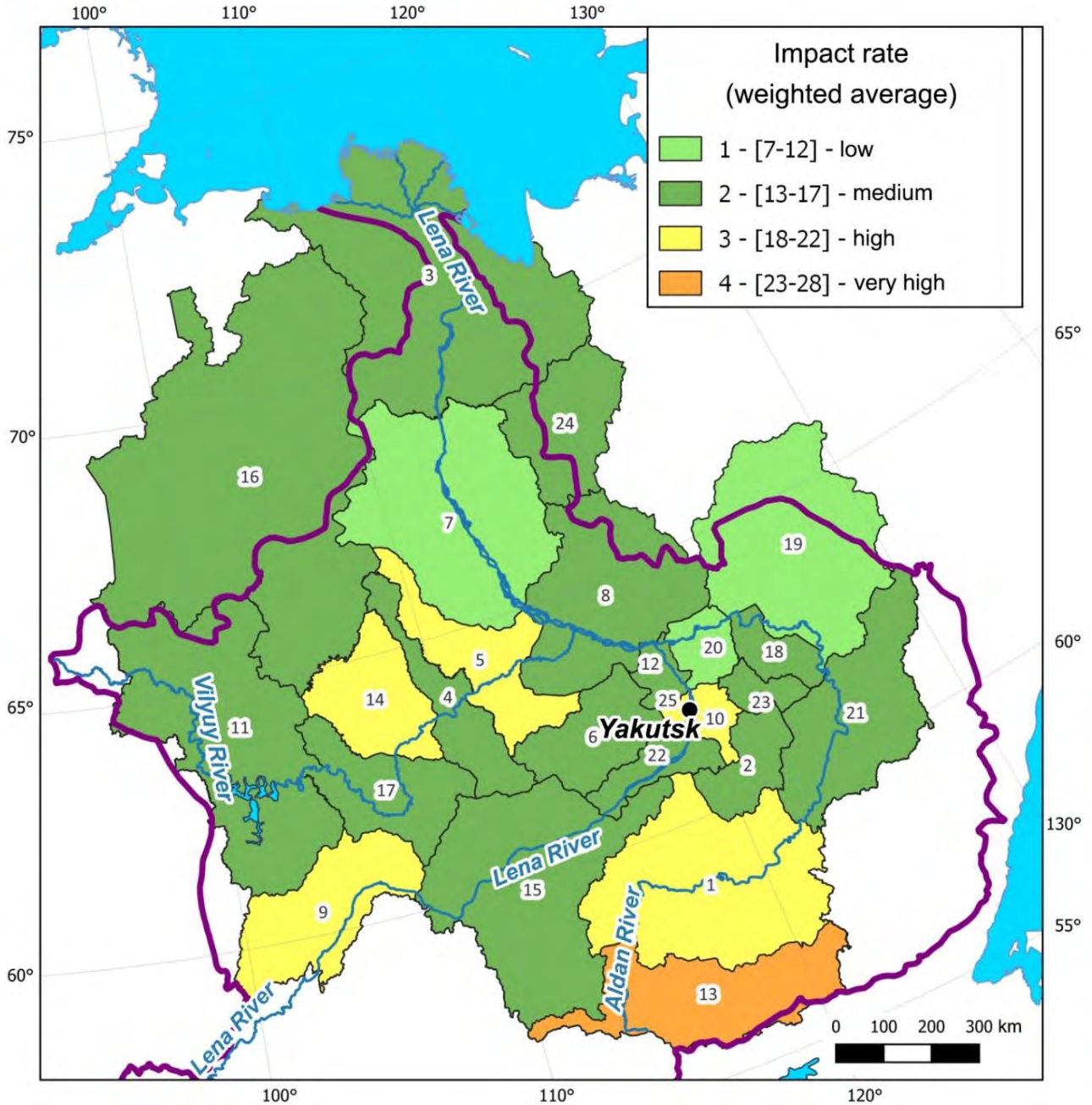


Fig. 5. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: structure of livestock.

Total industrial load of this group (*Column 11*): 1 – 4-14 (low), 2 – 15-20 (medium), 3 – 21-26 (high), 4 – 27-32 (very high), 5 – higher than 32 (extremely high).

The negative impact of ecological-economic factors on the environment was mostly low and

medium (Fig. 7). In Aldansky and Nyurbinsky districts it was high; in Mirninsky and Neryungrinsky districts, as well as in Yakutsk Urban District it was very high. Lensky District was under extremely high industrial load.

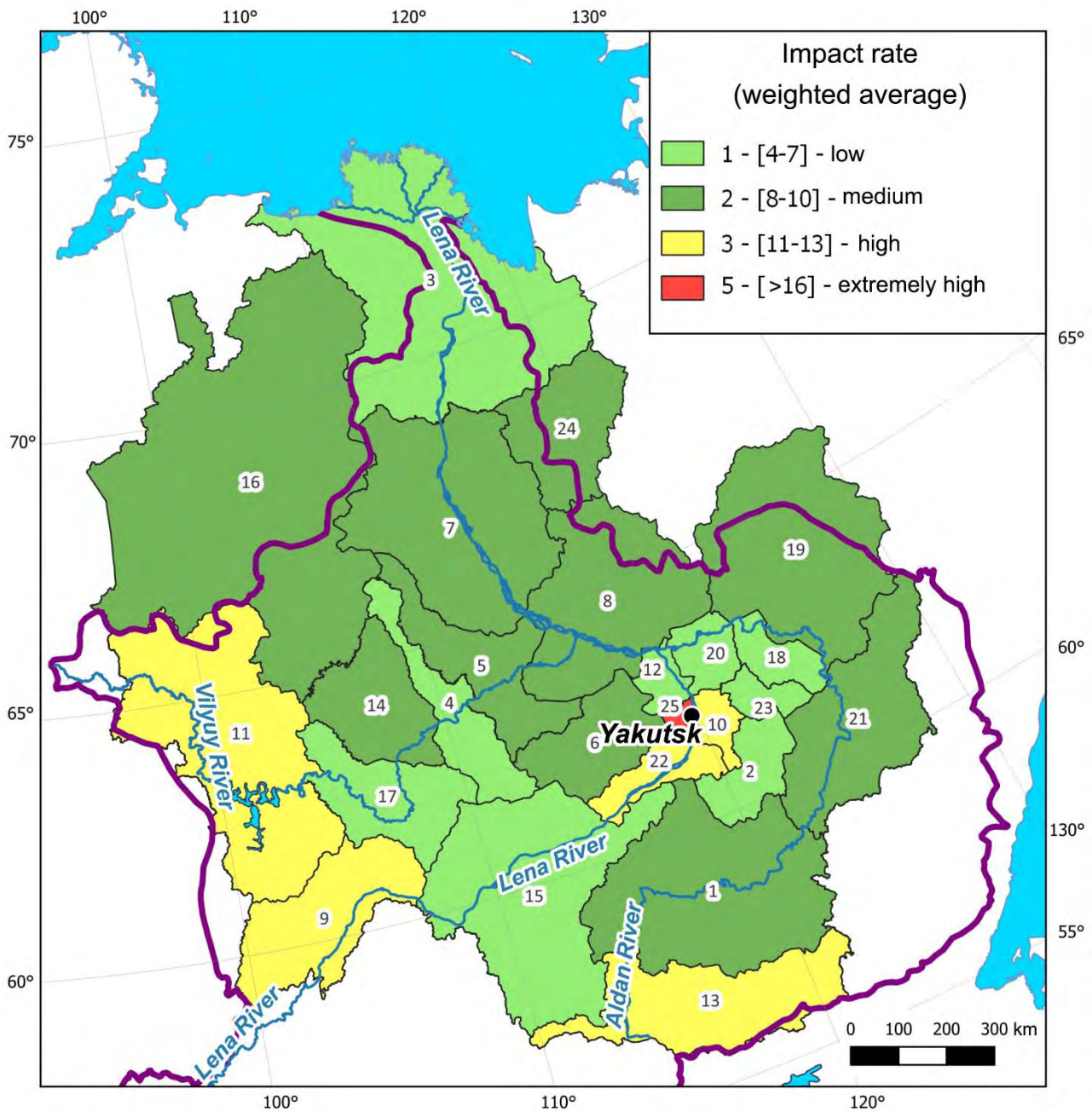


Fig. 6. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: social and ecological aspects.

VII. Socio-Economic and Ecological Factors (12) (Appendix Table 7a-b):

1) Number of motor vehicles registered with the State Traffic Safety Inspectorate of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in the Republic of Sakha (per 1000 ind.; *Column 3*);

2) Length of the regional public motor roads as of the end of the year (1 km/1000 km²; *Column 4*);

- 3) Number of settlements without gas infrastructure (%; *Column 5*);
- 4) Number of settlements without water supply infrastructure (%; *Column 6*);
- 5) Number of settlements without waste-water disposal system (%; *Column 7*);
- 6) Total area of accommodation (m²/ind.; *Column 8*);
- 7) Single line of outside water supply infrastructure (m; *Column 9*);
- 8-12) Distribution of companies by their activity type (unit per 10000 ind.): 8 – agriculture, forestry, hunting, fishing and fishery (*Column 10*), 9 – mining (*Column 11*), 10 – manufacturing (*Column 12*), 11 – construction (*Column 13*), 12 – transportation and storage (*Column 14*).

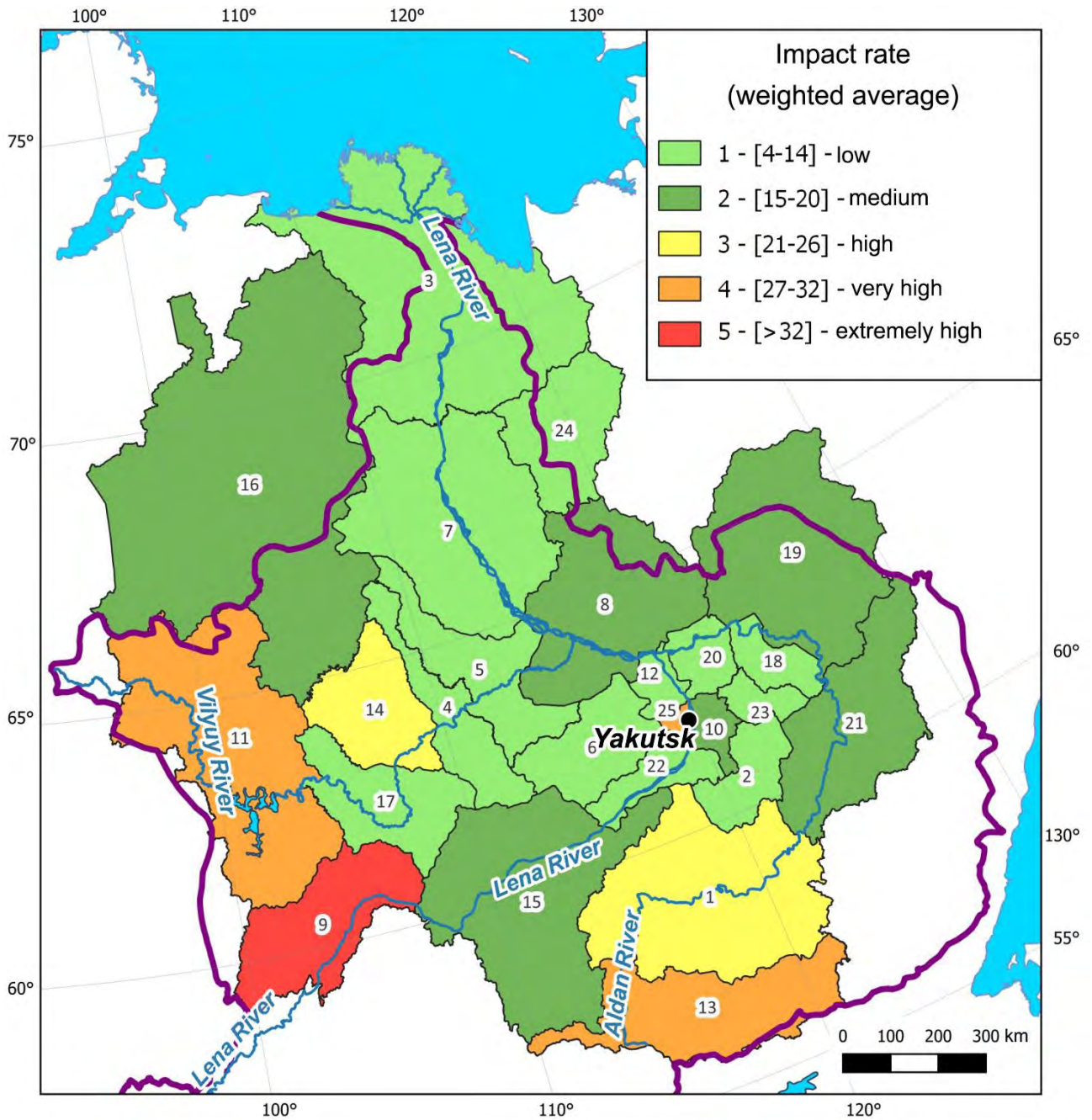


Fig. 7. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: ecological and economic aspects.

Total industrial load of this group: 1 – 12-21 (low), 2 – 22-31 (medium), 3 – 32-39 (high), 4 – 40-48 (very high), 5 – higher than 48 (extremely high).

Socio-economic and ecological factors had the highest negative impact on the Lena Basin. Their minimal impact (medium) was recorded in Bulunsky, Verkhnevilyuysky, Namsky, Churapchinsky and Eveno-Bytantaysky districts (Fig. 8), while the rest of the districts were under the high impact, with Yakutsk, Aldansky and Lensky districts being under the extremely high impact.

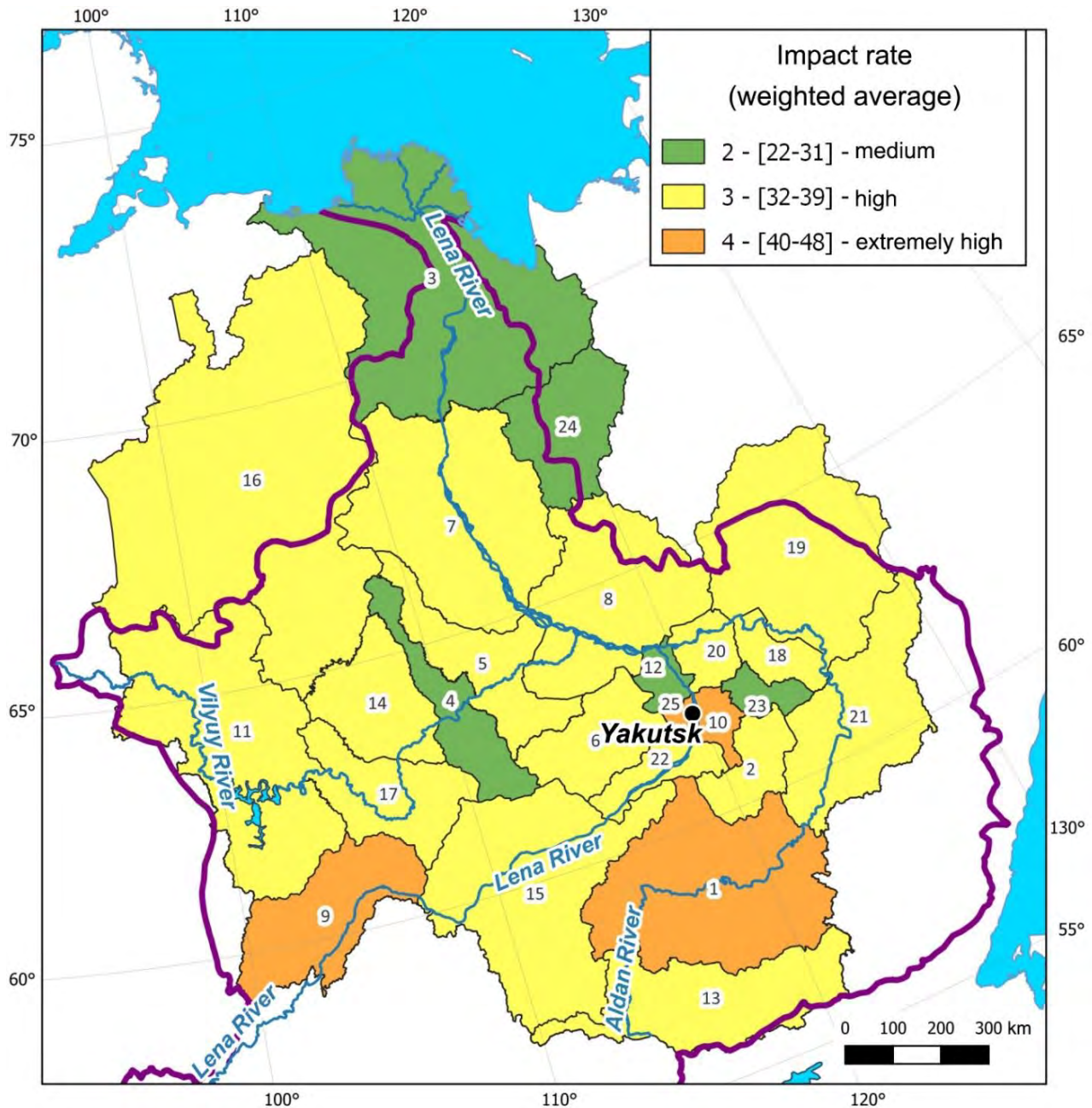


Fig. 8. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: social and economic, and environmental aspects.

VIII. Radioactive Fallout from the Atmosphere (1) (Appendix Table 8):

1) Daily maximum gamma radiation dose level (microR/hr; Column 3).

Radiation in most districts did not exceed the average 15 microR/hr for Sakha. It was medium in 5 districts (Aldansky, Zhigansky, Lensky, Neryungrinsky, Ust-Maysky), and high in Tattinsky District (Fig. 9).

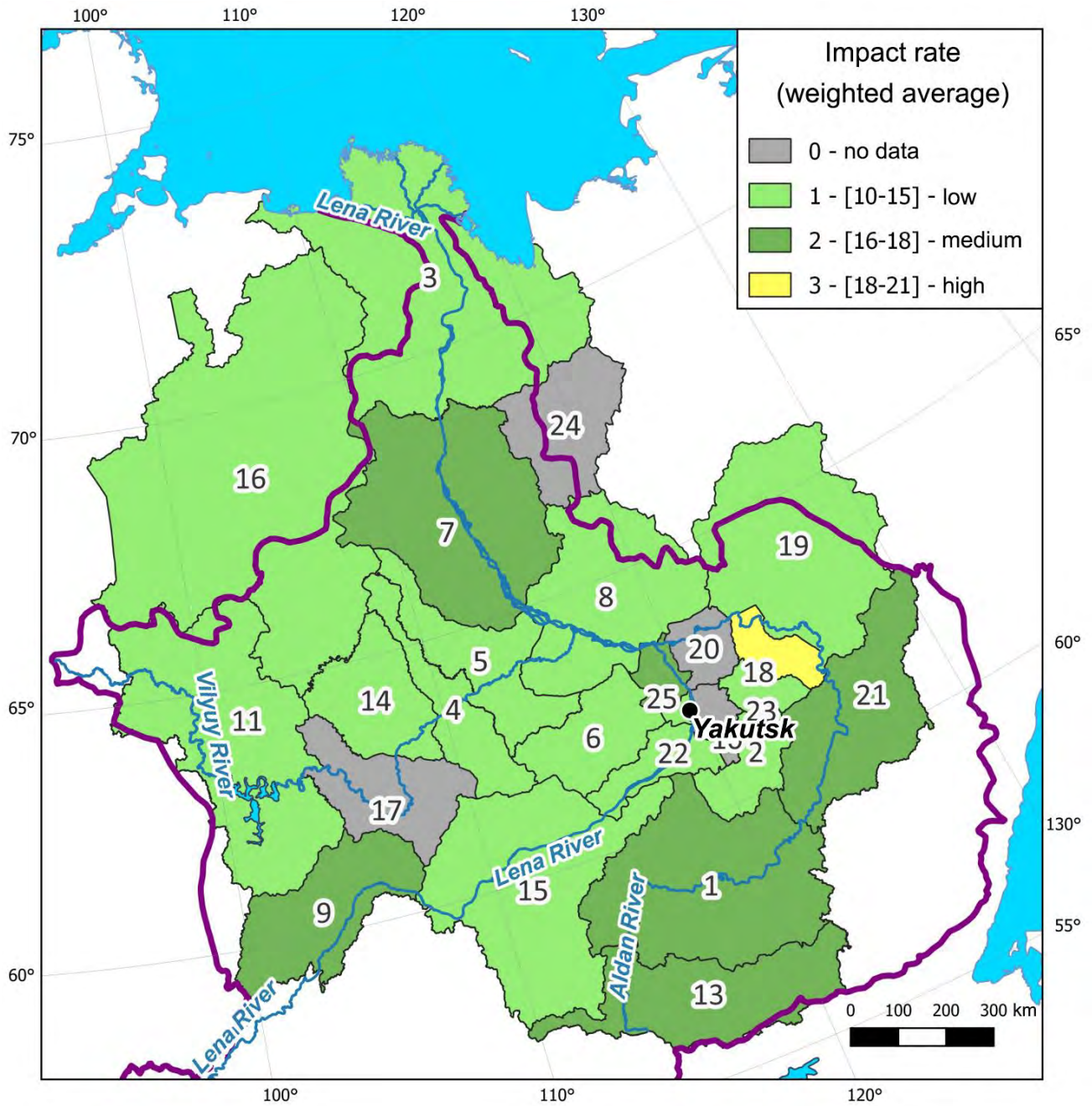


Fig. 9. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: radioactive fallout.

Industrial load indicators with positive environmental impact were accessed by groups: I – ecological factors: specially protected natural areas (protected plants and mushrooms, protected animals), II – forest resources, III – land use structure and ecological-economic factors.

I. Ecological Factors: Specially Protected Natural Areas (3) (Appendix Table 9):

- 1) Specially protected natural areas (% of the district; *Column 3*);

2) Protected plant and mushroom species (% of the Red Data Book species of the Lena River basin; *Column 4*);

3) Protected animal species (% of the Red Data Book species of the Lena River Basin; *Column 5*).

Total positive impact of this group (*Column 6*): 1 – 3-5 (low), 2 – 6-7 (medium), 3 – 8-9 (high), 4 – 10-11 (very high), 5 – higher than 11 (extremely high).

A significant *positive* impact on the environment was registered in 7 districts: Lensky, Neryungrinsky, Olenyoksky and Tomponsky with high impact, and Aldansky and Olyokminsky with very high impact (Fig. 10). Other districts were under either low or medium impact.

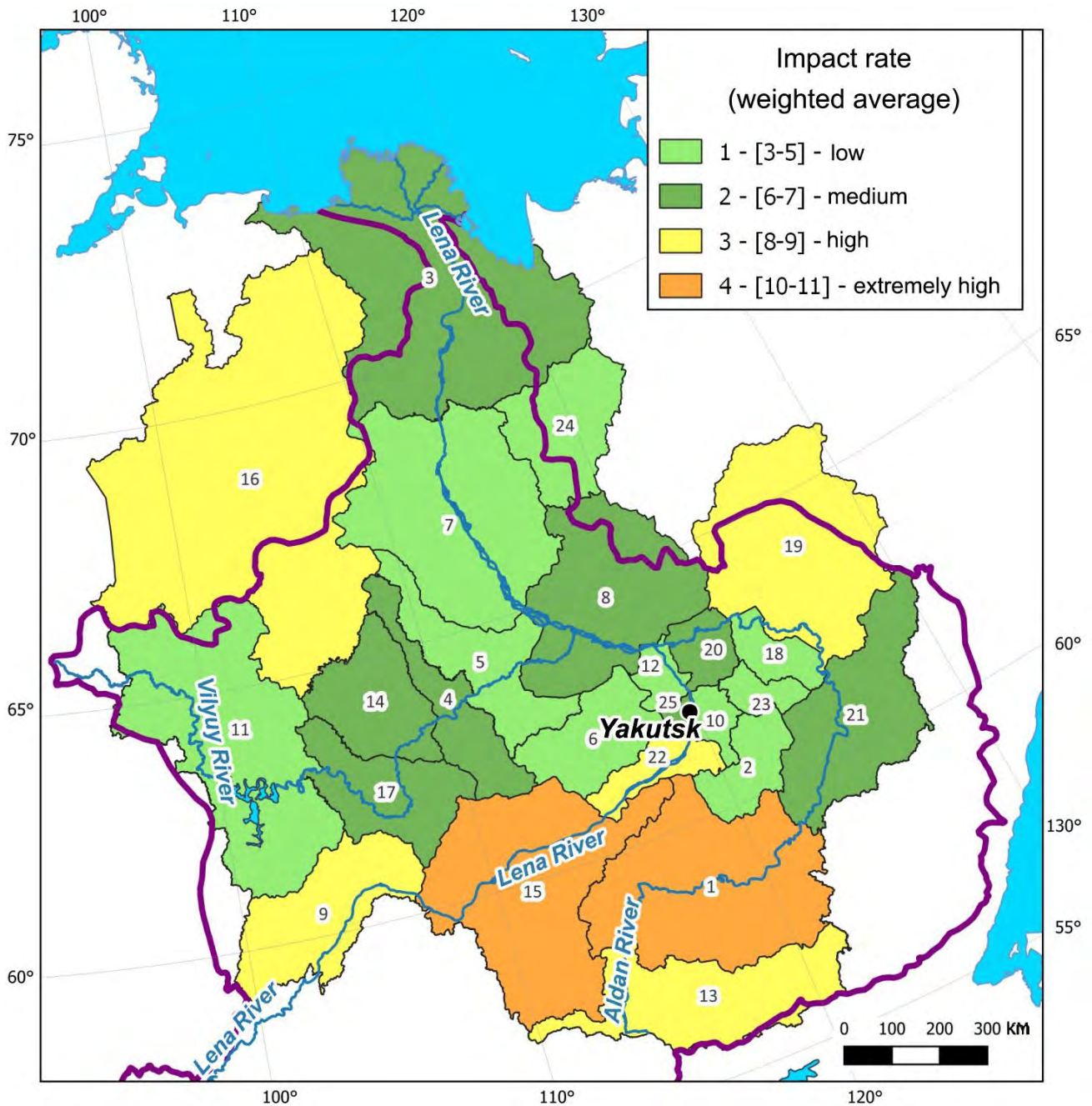


Fig. 10. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: ecological aspects (specially protected natural areas).

II. Forest Resources (1) (Appendix Table 10):

1) Forest cover (%): 1 – less than 20 (low), 2 – 20-40 (medium), 3 – 40-60 (high), 4 – 60-80 (very high), 5 – higher than 80 (extremely high).

The districts with the most forest cover are located in the south and west of Sakha (Fig. 11), while the districts with the less cover are found in the basin of the Lower Lena River.

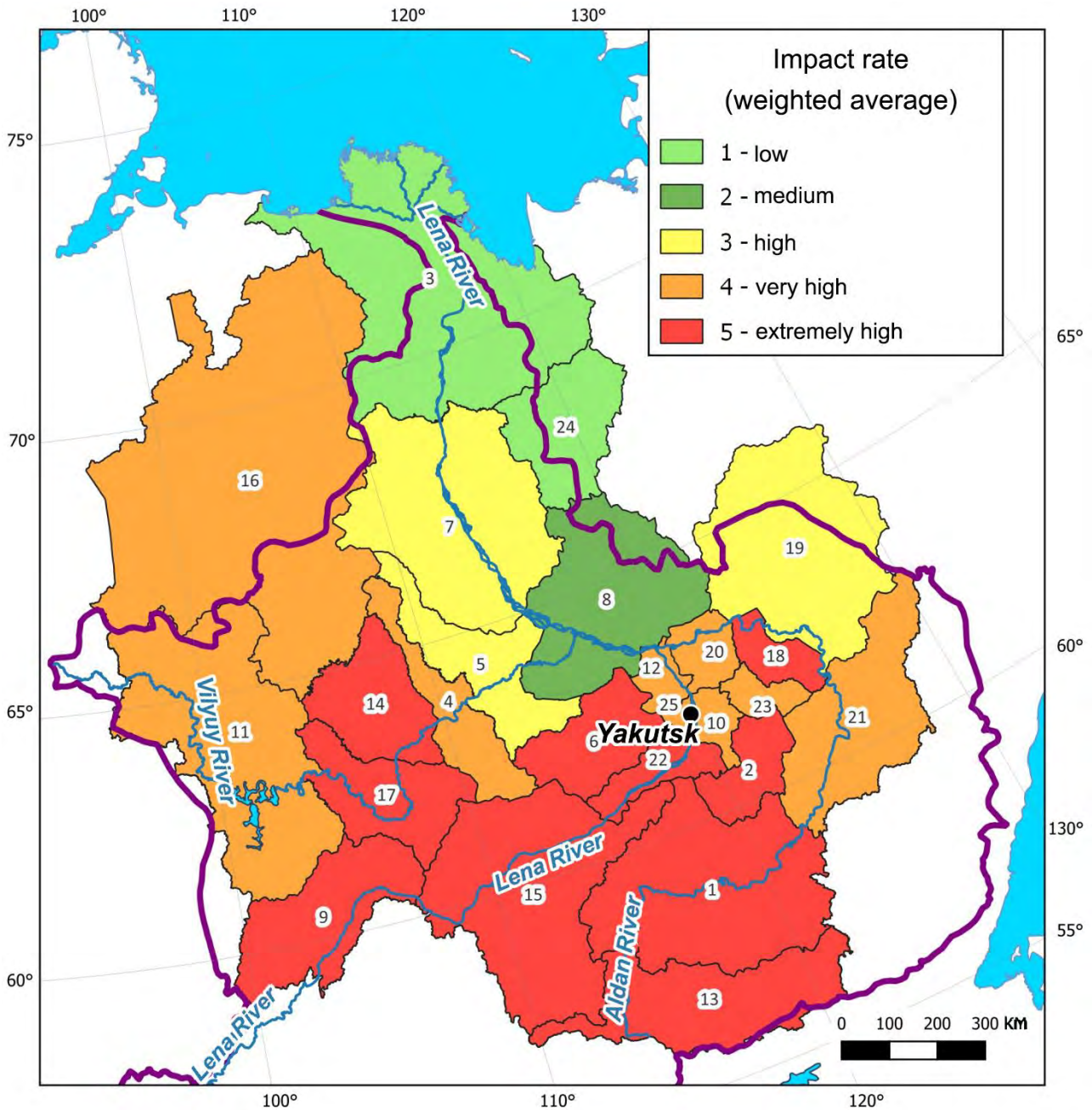


Fig. 11. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: forest resources.

III. Land Use Structure and Ecological-Economic Factors (4) (Appendix Table 11):

- 1) Distribution of agricultural lands as of January 1, 2021: fallows (%; *Column 3*);
- 2-4) Distribution of companies by their activity type (unit per 10000 ind.): 2 – water supply,

water discharge, waste catchment and disposal, pollution elimination (*Column 4*), 3 – education (*Column 5*), 4 – health and social services (*Column 6*).

Total positive impact of this group (Column 7): 1 – 4-7 (low), 2 – 8-10 (medium), 3 – 11-13 (high), 4 – 14-16 (very high), 5 – higher than 16 (extremely high).

Low *positive* impact of the industrial load was registered in Mirninsky District (Fig. 12).

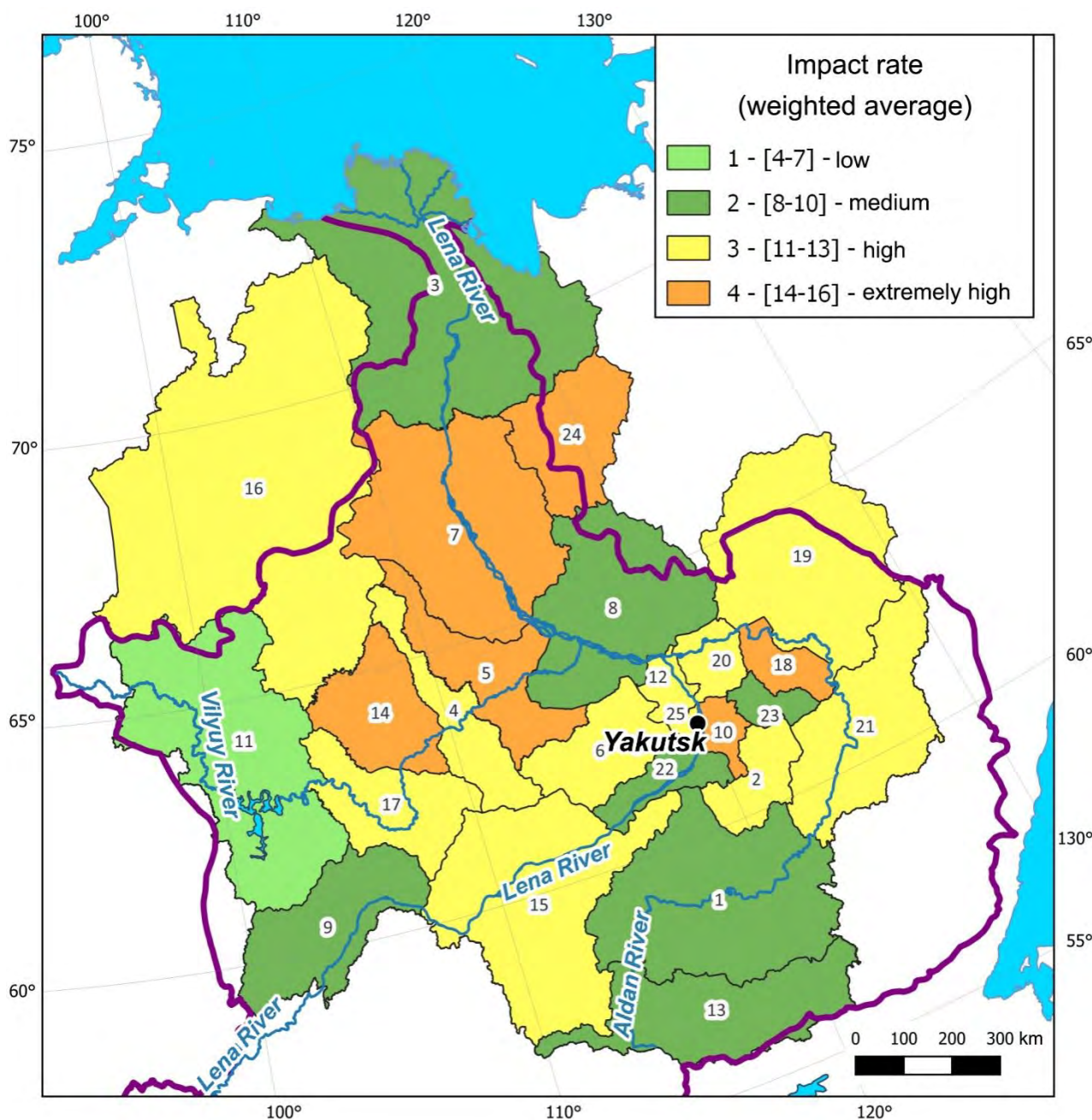


Fig. 12. Overview map of the degree of negative industrial impact on the environment in the Lena basin: land use structure, and ecological and economic aspects.

In 6 more districts (Vilyuysky, Zhigansky, Megino-Kangalassky, Nyurbinsky, Tattinsky и Eveno-Bytantaysky) it was very high, but medium and high in the rest of them.

Negative integral industrial load was evaluated by combining the total data for all 8 groups and

the following compilation of a map. Low integral load on the environment was registered in 12 districts, such as Bulunsky, Verkhnevilyuysky, Gorny, Zhigansky, Namsky, Olenyoksky, Suntarsky, Tattinsky, Tomponsky, Ust-Aldansky, Churapchinsky and Eveno-Bytantaysky. It was medium in 6 more districts (Amginsky, Vilyuysky, Kobyaysky, Olyokminsky, Ust-Maysky, Khangalassky), high in 3 districts (Aldansky, Megino-Kangalassky, Nyurbinsky), very high in 3 districts (Lensky, Mirninsky, Neryungrinsky), and extremely high in Yakutsk Urban District.

Integral industrial load with *negative* impact on the environment (Appendix Table 12, *Column 11*): 1 – 7-12 (low), 2 – 13-17 (medium), 3 – 18-22 (high), 4 – 23-28 (very high), 5 – higher than 28 (extremely high).

Low integral load was registered in 9 districts: Bulunsky, Verkhnevilyuysky, Gorny, Zhigansky, Namsky, Suntarsky, Ust-Aldansky, Churapchinsky and Eveno-Bytantaysky (Fig. 13). It was medium in 8 districts (Amginsky, Vilyuysky, Kobyaysky, Olyokminsky, Olenyoksky, Tattinsky, Tomponsky, Khangalassky), high in 3 (Megino-Kangalassky, Nyurbinsky, Ust-Maysky), very high in other 3 (Aldansky, Lensky, Mirninsky), and extremely high in Neryungrinsky District and Yakutsk Urban District.

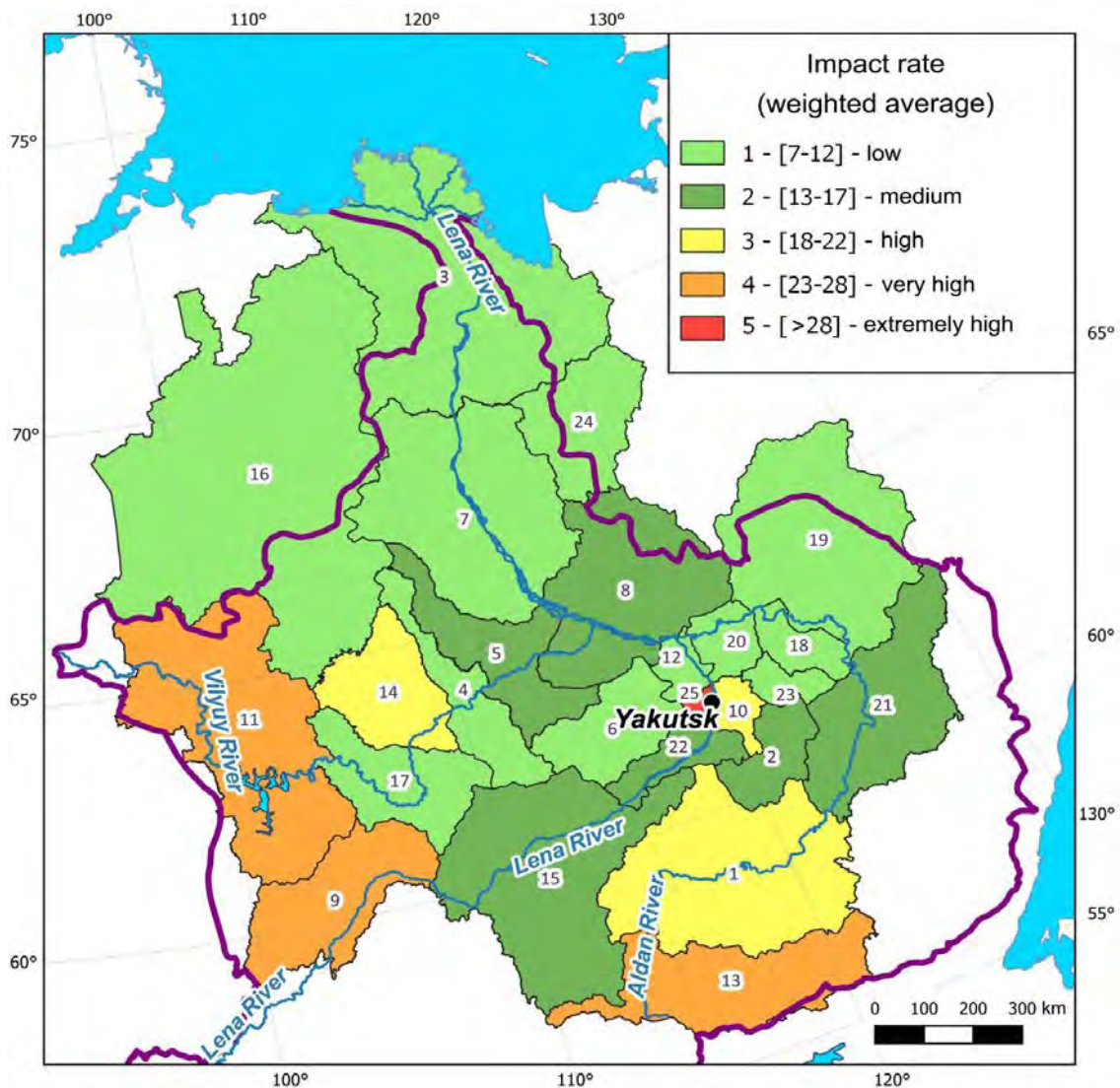


Fig. 13. Overview map of the degree of integral negative industrial impact on the environment in the Lena basin.

Positive integral impact (Appendix Table 13, Column 6): 1 – 3-5 (low), 2 – 6-7 (medium), 3 – 8-9 (high), 4 – 10-11 (very high), 5 – higher than 11 (extremely high).

Low *positive* impact of integral industrial and natural load on the environment was registered only in Bulunsky District (Fig. 14). It was medium in 4 districts (Kobyaysky, Mirninsky, Churapchinsky, Eveno-Bytantaysky), high in 11 (Amginsky, Verkhnevilyuysky, Vilyuysky, Gorny, Zhigansky, Megino-Kangalassky, Namsky, Tomponsky, Ust-Aldansky, Ust-Maysky and Uakutsk Urban District), very high in 8 (Aldansky, Lensky, Neryungrinsky, Nyurbinsky, Olenyoksky, Suntarsky, Tattinsky, Khangalassky), and extremely high in Olyokminsky District.

Positive integral impact was evaluated for 3 groups with a following compilation of a map.

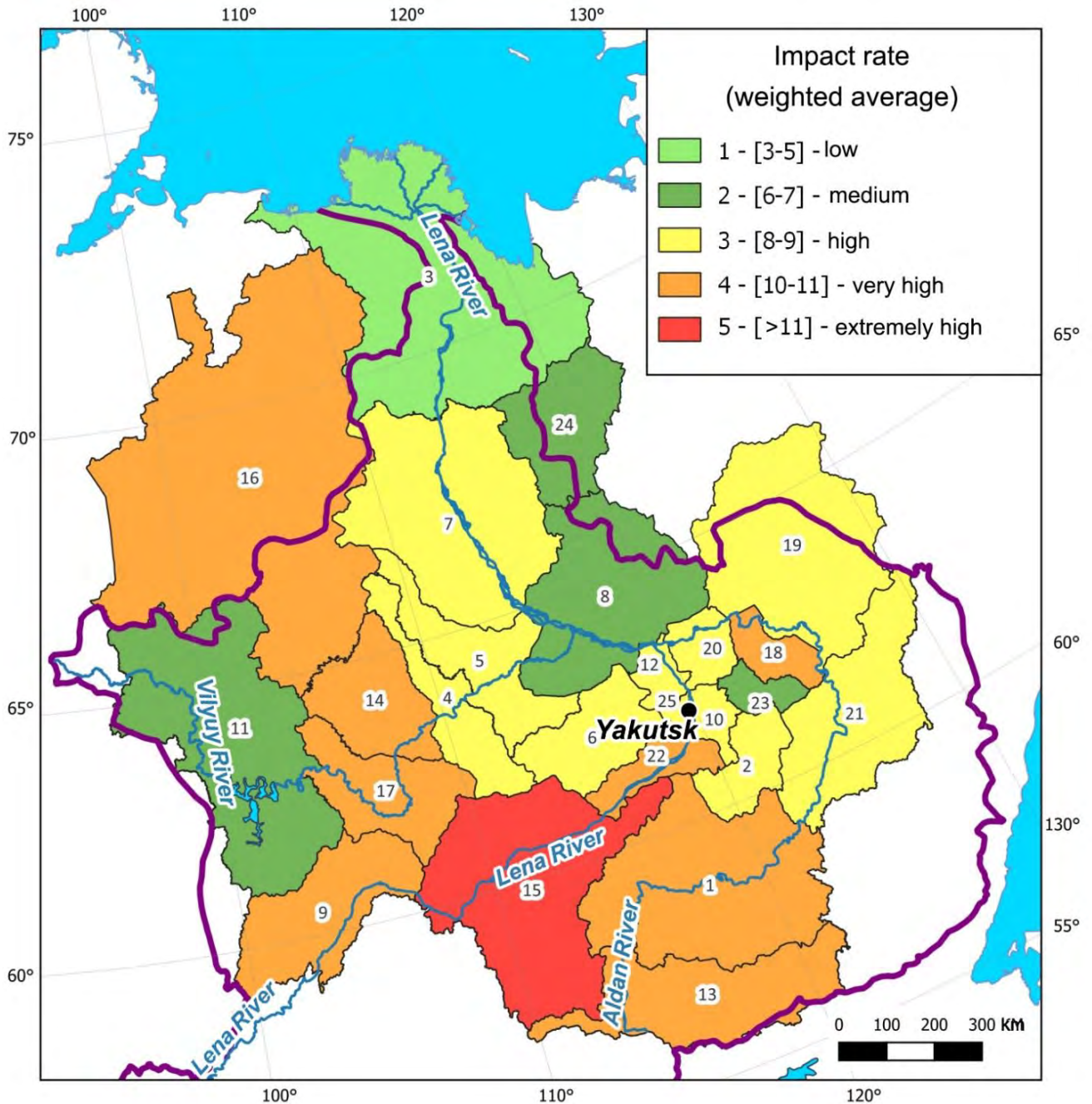


Fig. 14. Overview map of the positive integral industrial impact on the Lena basin environment.

Results and Discussion

A very high industrial load in Aldansky and Lensky districts caused a very high *positive* impact on their environment; in Mirninsky District the impact was medium (Appendix Table 14).

A high industrial load in Nyurbinsky District caused a very high *positive* impact, and high impact in Megino-Kangalassky District.

Yakutsk and Neryungrinsky District were under an extremely high load with a high (very high) *positive* impact on their environment.

The most favorable condition of the environment was registered only in Suntarsky District with low industrial load and very high *positive* impact. The load in Verkhnevilyuysky, Gorny, Zhigansky, Namsky and Ust-Aldansky districts was low, with high *positive* impact.

Bulunsky District was under a low industrial load with similarly low *positive* impact on the environment, which is considered acceptable in this particular case.

The load measures from low to medium in other districts of Sakha, while the *positive* impact on the environment varies from medium to extremely high (Appendix Table 14).

Conclusions

It should be noted that all districts with high and extremely high integral industrial load experience high or extremely high environmental impact. This may indicate that environmental protection in these districts is more seriously developed only around those environmental aspects that were used in our study and that do not fully depict the diversity of natural and industrial factors affecting the ecological state of the environment within the study area.

As additional data on the state of the environment in the area become available, the integral assessment can be repeatedly supplemented and expanded.

Funding. This work was carried out as part of the scientific program of the Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, Project No. FMWZ-2022-0001 “Studies of Hydrological Land Cycle Processes and Water Resources Formation, Geophysical Processes in Water Bodies and Their Basins, Formation of Extreme Hydrological Phenomena and Dynamics of Hydrological Systems Considering the Changing Climatic Conditions and Anthropogenic Factors”.

REFERENCES

1. Belousova AP, Rudenko EE. Analysis of the environmental state of the Volga river basin [Diagnostika ekologicheskogo sostoyaniya basseyna reki Volga]. *Water and Ecology: Problems and Solutions [Voda i ekologiya: problemy i resheniya]*. 2020;2 (82):12-26.
2. Belousova AP, Rudenko EE. Integral assessment of the impact of the diverse technogenic load on the environmental state in Bryansk Region [Integral'naya otsenka vliyaniya raznokharakternoy tekhnogennoy nagruzki na ekologicheskoe sostoyanie Bryanskooy oblasti]. *Water and Ecology: Problems and Solutions [Voda i ekologiya: problemy i resheniya]*. 2021;3 (87):16-32.

REFERENCES

1. Белоусова А.П., Руденко Е.Э. 2020. Диагностика экологического состояния бассейна реки Волга // Вода и экология: проблемы и решения. № 2 (82). С.12-26.
2. Белоусова А.П., Руденко Е.Э. 2021. Интегральная оценка влияния разнохарактерной техногенной нагрузки на экологическое состояние Брянской области // Вода и экология: проблемы и решения. № 3 (87). С. 16-32.
3. Белоусова А.П., Руденко Е.Э.

3. Belousova AP, Rudenko EE, Minyaeva YuV. Methodology for assessment of the total technogenic load on the environment in the area of Chernobyl trace [Metodika otsenki summarnoy tekhnogennoy nagruzki na okruzhayushchuyu sredu v zone Chernobyl'skogo sleda]. *Water and Ecology: Problems and Solutions [Voda i ekologiya: problemy i resheniya]*. 2019;2 (78):59-67.
4. State report on the environmental condition and protection of the Republic of Sakha (Yakutia) in 2020 [Gosudarstvenny doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Respubliki Saha (Yakutiya) v 2020 godu]. Yakutsk, 2021:678.
5. Statistical yearbook of the Republic of Sakha (Yakutia): Statistical compilation [Statisticheskij ezhegodnik Respubliki Saha (Yakutiya): Stat. sbornik] Territorial agency of the Federal State Statistics Service of the Republic of Sakha (Yakutia) [Territorial'ny organ Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Respublike Saha (Yakutiya)]. Yakutsk, 2021:560.
6. Database of indicators of municipalities [Baza dannykh pokazateley municipal'nykh obrazovaniy] Republic of Sakha (Yakutia) [Respublika Saha (Yakutiya)]. 2024, Available at <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst98/DBInet.cgi> (Date of Access 19/02/2024).
- Миняева Ю.В. 2019. Методика оценки суммарной техногенной нагрузки на окружающую среду в зоне Чернобыльского следа // Вода и экология: проблемы и решения. № 2 (78). С. 59-67.
4. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Республики Саха (Якутия) в 2020 году. 2021. Якутск. 678 с.
5. Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия): Стат. сборник. 2021. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия). Якутск. 560 с.
6. База данных показателей муниципальных образований. Республика Саха (Якутия). 2024 [Электронный ресурс <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst98/DBInet.cgi> (дата обращения 19.02.2024)].

APPENDIX

Appendix Table 1. Air condition.

No.	District	Pollutant emissions from the stationary sources, thousand tons		Volume of atmospheric emissions, % of the total emissions in Sakha		Polluting enterprises, units		Stationary sources of pollution, units		TOTAL	
		3	4	4	3	5	4	6	5	7	4
1	Aldansky	17.385	4	6.07	3	47	4	1396	5	16	4
2	Amginsky	4.52	2	1.58	2	11	2	231	3	9	2
3	Bulunsky	0.84	1	0.29	1	7	1	99	1	4	1
4	Verkhnevilyuysky	0.62	1	0.22	1	10	1	152	2	5	1
5	Vilyuysky	1.08	2	0.38	1	14	2	525	4	9	2
6	Gorny	1.89	2	0.66	1	9	1	141	2	6	1
7	Zhigansky	1.73	2	0.6	1	7	1	76	1	5	1
8	Kobyaysky	3.01	2	1.1	2	13	2	215	3	9	2
9	Lensky	48.35	5	16.9	4	49	4	2382	5	18	5
10	Megino-Kangalassky	1.26	2	0.44	1	16	2	299	3	8	2
11	Mirninsky	80.9	5	28.3	5	42	4	2521	5	19	5
12	Namsky	0.844	1	0.29	1	5	1	84	1	4	1
13	Neryungrinsky	36.2	5	12.6	4	36	4	696	4	17	5
14	Nyurbinsky	6.45	3	2.25	2	28	3	535	4	12	3
15	Olyokminsky	9.67	3	3.38	2	25	3	713	4	12	3
16	Olenyoksky	0.92	1	0.32	1	7	1	61	1	4	1
17	Suntarsky	2.35	2	0.82	1	18	2	304	3	8	2
18	Tattinsky	4.36	2	1.52	2	13	2	207	3	9	2
19	Tomponsky	5.78	3	2.74	2	14	2	293	3	10	2
20	Ust-Aldansky	3.75	2	1.31	2	11	2	298	3	9	2
21	Ust-Maysky	3.51	2	1.23	2	14	2	305	3	9	2
22	Khangalassky	3.06	2	1.06	2	21	3	315	3	10	2
23	Churapchinsky	3.55	2	1.24	2	9	1	185	2	7	1
24	Eveno-Bytantaysky	0.136	1	0.048	1	4	1	26	1	4	1
25	Yakutsk	9.73	3	3.4	2	72	5	1396	5	15	4

Notes to tables 1-13. Industrial impact: 0 – no pollution or no data, 1 – low, 2 – medium, 3 – high, 4 – very high, 5 – extremely high.

Appendix Table 2. Condition of water resources.

No.	District	Water sampling from the natural sources, million m ³		Wastewater discharge, million m ³		Water usage, million m ³				Structure of fresh water usage, million m ³					TOTAL		
						Water intake from the natural sources for further usage		Water discharge into the surface water bodies		Manufacturing needs		Производственные		Agricultural supply and irrigation			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Aldansky	13.58541	4	9.13646	3	12.4	4	6.7	3	2.255	4	7.231	3	n/a	0	21	3
2	Amginsky	0.23878	1	0.012	1	n/a	0	n/a	0	0.094	1	0.117	1	0.003	1	5	1
3	Bulunsky	1.32738	2	1.39534	2	1.33	2	0.78	1	0.117	2	0.783	1	n/a	0	10	1
4	Verkhnevilyuysky	2.64561	2	2.6823	2	0.65	1	2.68	2	0	0	0.019	1	2.229	4	12	1
5	Vilyuysky	0.47979	1	0.15136	1	0.48	1	0.148	1	0.08	1	0.16	1	0.15	3	9	1
6	Gorny	0.0597	1	0.00331	1	0.061	1	0	0	0.033	1	0.006	1	n/a	0	5	1
7	Zhigansky	0.40987	1	0.2761	1	0.41	1	0.28	1	0.068	1	0.342	1	n/a	0	6	1
8	Kobyaysky	0.79354	1	0.23103	1	0.79	1	0.007	1	0.224	2	0.533	1	n/a	0	7	1
9	Lensky	17.09248	4	3.14756	2	17.09	4	3	2	1.66	4	2.68	2	n/a	0	18	3
10	Megino-Kangalassky	24.91701	5	22.65422	5	24.92	5	22.51	5	0.4	2	0.15	1	28.93	5	28	4
11	Mirninsky	46.1293	5	44.04597	5	46.1	5	28.3	5	4.9	4	28.13	5	0	1	30	5
12	Namsky	0.20667	1	0.00014	1	0.21	1	n/a	0	0.106	2	0.039	1	0.061	2	8	1
13	Neryungrinsky	38.91895	5	28.11045	5	38.92	5	25.45	5	4.79	4	13.81	4	0.034	2	30	5
14	Nyurbinsky	3.90119	2	3.02658	2	3.9	2	2.91	2	0.24	2	0.52	1	2.63	4	15	2
15	Olyokminsky	1.56692	2	0.16067	1	1.57	2	0.16	1	0.44	2	1.1	2	n/a	0	10	1
16	Olenyoksky	0.47921	1	0.65851	1	0.479	1	0.034	1	0.039	1	0.44	1	n/a	0	6	1
17	Suntarsky	0.70831	1	0.18474	1	0.71	1	0.18	1	0.013	1	0.198	1	0.453	3	9	1
18	Tattinsky	0.1574	1	n/a	0	0.16	1	n/a	0	0.061	1	0.076	1	0.015	2	6	1
19	Tomponsky	2.29086	2	1.2849	2	2.29	2	1.28	2	0.749	3	0.669	1	n/a	0	12	1
20	Ust-Aldansky	1.00626	2	0.65829	1	1.01	2	0.27	1	0.237	2	0.318	1	0	1	10	1
21	Ust-Maysky	2.95455	2	28.26805	5	2.95	2	25.7	5	0.33	2	2.016	2	n/a	0	18	3
22	Khantalassky	2.06311	2	1.84203	2	1.57	2	1.44	2	0.23	2	1.11	2	0.007	1	13	2
23	Churapchinsky	0.11875	1	n/a	0	0.12	1	n/a	0	0.00633	1	0.0568	1	0.0032	1	5	1
24	Eveno-Bytantaysky	0.01726	1	n/a	0	0.017	1	n/a	0	n/a	0	0.01726	1	n/a	0	3	1
25	Yakutsk	27.79638	5	22.64133	5	27.796	5	22.622	5	15.19	5	10.1	4	0.37	3	32	5

Appendix Table 3. Land use structure.

No.	District	Distribution of agricultural lands as of January 1, 2021, %								Cultivated area, % of the total arable area						Crop yield, tons per 1 ha of arable land						TOTAL	
		Arable lands		Hay fields		Pastures		Total of the entire district, %		Grain		Potato		Hardy vegetables		Grain		Potato		Hardy vegetables			
1	2	3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13	
1	Aldansky	17.49	5	51.42	5	31.10	2	0.08	1	n/a	0	9.70	2	1.62	2	0.000	1	2.21	4	0.39	2	23	2
2	Amginsky	17.77	5	44.40	4	37.81	2	3.59	3	18.32	5	0.81	1	0.11	1	0.165	5	0.09	1	0.03	1	28	3
3	Bulunsky	0.00	1	53.27	5	46.73	3	0.00	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	10	1
4	Verkhnevilyuysky	2.21	1	37.26	3	56.65	3	1.65	2	n/a	0	9.13	2	1.74	2	n/a	0	1.30	3	0.22	2	18	2
5	Vilyuysky	2.24	1	47.88	4	49.42	3	0.85	1	8.04	3	14.79	3	2.78	2	0.087	3	1.44	3	0.34	2	25	2
6	Gorny	1.88	1	58.94	5	38.87	2	1.20	2	n/a	0	2.80	2	1.46	2	n/a	0	0.27	1	0.46	2	17	1
7	Zhigansky	0.00	1	49.80	4	50.20	3	0.02	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	9	1
8	Kobyaysky	0.60	1	66.06	5	33.31	2	0.55	1	n/a	0	61.34	5	13.55	4	n/a	0	4.61	4	2.38	4	26	3
9	Lensky	17.88	5	50.85	5	26.34	2	0.21	1	n/a	0	19.81	3	2.99	2	n/a	0	2.89	4	0.87	3	25	2
10	Megino-Kangalassky	7.85	2	42.58	4	44.30	3	10.47	5	11.88	3	5.36	2	1.31	2	0.070	3	0.59	2	0.28	2	28	3
11	Mirninsky	8.83	3	55.82	5	31.54	2	0.06	1	n/a	0	9.43	2	1.49	2	n/a	0	2.92	4	0.34	2	21	2
12	Namsky	6.16	2	29.51	2	64.20	4	9.17	4	n/a	0	6.97	2	1.60	2	n/a	0	0.64	2	0.19	2	20	2
13	Neryungrinsky	2.83	1	0.00	1	97.17	5	0.02	1	n/a	0	76.77	5	39.08	5	n/a	0	11.42	5	8.15	5	28	3
14	Nyurbinsky	3.01	1	51.79	5	41.37	3	1.61	2	5.48	2	10.18	3	1.54	2	0.089	3	0.74	2	0.18	2	25	2
15	Olyokminsky	14.96	4	29.09	2	52.97	3	0.44	1	5.10	2	6.63	2	0.36	1	0.091	3	0.78	2	0.06	1	21	2
16	Olenyoksky	0.00	1	55.10	5	44.90	3	0.04	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	10	1
17	Suntarsky	6.84	2	49.91	4	43.02	3	2.07	3	8.19	3	1.45	2	0.28	1	0.090	3	0.09	1	0.03	1	23	2
18	Tattinsky	4.49	2	47.58	4	44.32	3	4.52	3	n/a	0	3.36	2	0.67	1	0.000	1	0.49	1	0.16	2	18	2
19	Tomponsky	6.26	2	24.17	2	69.57	4	0.27	1	n/a	0	3.30	2	0.94	1	0.000	1	0.17	1	0.10	2	15	1
20	Ust-Aldansky	5.45	2	40.08	4	54.46	3	7.89	4	13.79	4	2.36	2	0.46	1	0.172	5	0.15	1	0.08	1	27	3
21	Ust-Maysky	1.53	1	69.20	5	28.39	2	0.29	1	n/a	0	30.56	4	5.62	3	n/a	0	3.92	4	0.82	3	23	2
22	Khangalassky	8.39	3	40.62	4	50.79	3	4.25	3	17.55	5	6.89	2	0.93	1	0.178	5	0.92	2	0.17	2	30	3
23	Churapchinsky	6.34	2	42.17	4	51.50	3	10.58	5	1.41	1	n/a	2	n/a	1	n/a	0	0.10	1	0.03	1	20	2
24	Eveno-Bytantaysky	0.00	1	49.85	4	50.15	3	0.21	1	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	n/a	0	9	1
25	Yakutsk	15.08	4	37.21	3	47.22	3	12.39	5	5.35	2	17.60	3	5.70	3	0.066	3	1.68	3	1.13	4	33	4

Appendix Table 4. Structure of livestock.

No.	District	Density of livestock, number of heads per 100 ha of pastures										Number of birds, thousand heads	Number of sheep, goats and rabbits, heads	TOTAL			
		Cattle		Cows		Pigs		Horses		Rein- deer							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Aldansky	19	2	10	3	44.3	5	18	2	204	4	1.8	2	48	2	20	3
2	Amginsky	30	3	12	4	1.7	2	32	4		0	4.0	2		0	15	2
3	Bulunsky	4	1	3	1	6.8	3	67	5	3092	5		0		0	15	2
4	Verkhnevilyuysky	27	3	10	3	0.8	1	21	3		0	1.2	2	286	4	16	2
5	Vilyuysky	48	5	19	5	2.0	2	36	4		0	0.6	1	55	3	20	3
6	Gorny	22	3	10	3	0.1	1	22	3		0	1.1	2	989	5	17	2
7	Zhigansky	6	1	2	1	0.7	1	1	1	240	4	0.1	1		0	9	1
8	Kobyaysky	24	3	10	3	1.1	2	17	2	34	2	1.7	2	79	3	17	2
9	Lensky	38	4	18	5	14.2	4	37	4		0	4.6	2	22	1	20	3
10	Megino-Kangalassky	37	4	13	4	0.5	1	30	4		0	3.9	2	71	3	18	3
11	Mirninsky	31	4	14	4	1.6	2	16	2		0	73.7	5		0	17	2
12	Namsky	15	2	6	2	0.6	1	18	2		0	2.2	2	441	4	13	2
13	Neryungrinsky	12	2	5	2	70.2	5	3	1	291	4	246.2	5	310	4	23	4
14	Nyurbinsky	36	4	13	4	0.4	1	31	4		0	42.4	4	69	3	20	3
15	Olyokminsky	16	2	7	2	0.8	1	18	2	14	2	7.9	3	456	4	16	2
16	Olenyoksky	18	2	8	2	4.0	2	30	3	906	5	0.1	1	13	1	16	2
17	Suntarsky	27	3	11	3	0.3	1	25	3		0	1.9	2	211	4	16	2
18	Tattinsky	38	4	15	4	1.0	2	37	4		0	2.5	2		0	16	2
19	Tomponsky	10	1	4	1	0.4	1	8	1	26	2	2.3	2	135	4	12	1
20	Ust-Aldansky	19	2	7	2	0.1	1	18	2		0	1.9	2		1	9	1
21	Ust-Maysky	11	2	4	2	0.4	1	15	2	4	1	1.9	2	250	4	14	2
22	Khangalassky	17	2	7	2	0.6	1	26	3		0	3.2	2	190	4	14	2
23	Churapchinsky	29	3	11	3	0.4	1	23	3		0	2.2	2	103	4	16	2
24	Eveno-Bytantaysky	13	2	6	2	0.0	1	30	4	238	4	0.1	1		1	13	2
25	Yakutsk	16	2	7	2	62.1	5	16	2		0	449.5	5	252	4	20	3

Appendix Table 5. Socio-ecological factors.

No.	District	Population density, ind./km ²		City population, %		Natural population growth, per 1000 ind.		Net migration, per 1000 ind.		TOTAL	
		3	2	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Aldansky	0.25	2	89.81	5	-5.4	1	-3.1	1	9	2
2	Amginsky	0.57	0	0.00	0	7.1	4	-3.3	1	5	1
3	Bulunsky	0.04	1	55.82	3	0.9	2	-2.2	1	7	1
4	Verkhnevilyuysky	0.50	0	0.00	0	9.0	4	-1.4	1	5	1
5	Vilyuysky	0.45	2	55.69	3	7.3	4	-2.3	1	10	2
6	Gorny	0.27	0	0.00	0	11.6	5	1.6	3	8	2
7	Zhigansky	0.03	0	0.00	0	2.6	3	13.4	5	8	2
8	Kobyaysky	0.11	2	29.30	2	2.1	3	-7.4	1	8	2
9	Lensky	0.47	2	87.13	5	-2.2	1	5.9	4	12	3
10	Megino-Kangalassky	2.68	3	13.97	1	7.0	4	8.8	4	12	3
11	Mirninsky	0.43	2	96.70	5	3.1	3	-7.0	1	11	3
12	Namsky	2.11	0	0.00	0	7.7	4	0.6	2	6	1
13	Neryungrinsky	0.76	2	98.52	5	-0.3	1	13.4	5	13	3
14	Nyurbinsky	0.45	2	41.11	3	6.5	4	-1.1	1	10	2
15	Olyokminsky	0.15	2	37.32	2	-1.3	1	-2.8	1	6	1
16	Olenyoksky	0.14	0	0.00	0	11.9	5	6.2	4	9	2
17	Suntarsky	0.41	0	0.00	0	6.6	4	4.2	3	7	1
18	Tattinsky	0.86	0	0.00	0	6.9	4	-1.7	1	5	1
19	Tomponsky	0.09	1	57.03	3	1.5	3	2.9	3	10	2
20	Ust-Aldansky	1.12	0	0.00	0	5.1	4	-2.5	1	5	1
21	Ust-Maysky	0.08	1	71.90	4	0.5	2	-29.9	1	8	2
22	Khangalassky	1.34	3	47.42	3	1.2	3	4.2	3	12	3
23	Churapchinsky	1.68	0	0.00	0	9.6	4	-4.5	1	5	1
24	Eveno-Bytantaysky	0.06	0	0.00	0	10.1	5	1.7	3	8	2
25	Yakutsk	96.44	5	95.23	5	6.1	4	15.8	5	19	5

Appendix Table 6. Ecological-economic factors.

No.	District	Ecological fees added to the municipal budget, thousand rubles						Current operating costs of nature protection, million rubles						9		10		TOTAL	
		3*		4		5		6		7		8						11	
1	Aldansky	24008.05	4	4238.25	3	14404.83	4	49.5	2	44.3	2	1.5	1	270371	3	72.89	4	23	3
2	Amginsky	925.08	2	311.02	2	555.05	2	0	1	0	1	n/a	0	7231	1	6.8	1	10	1
3	Bulunsky	600.03	2	39.65	1	360.02	2	0	1	0	1	0	0	121106	3	12.7	2	12	1
4	Verkhnevilyuysky	79.34	1	637.94	2	47.6	1	0	1	0	1	n/a	0	15894	2	n/a	0	8	1
5	Vilyuysky	223.3	2	65.01	1	133.98	2	21.312	2	6.952	1	n/a	0	28737	2	83.49	4	14	1
6	Gorny	57.29	1	2399.29	3	34.37	1	0	1	0	1	n/a	0	15765	2	3.5	1	10	1
7	Zhigansky	395.59	2	289	2	183.41	2	0	1	0	1	n/a	0	7365	1	n/a	0	9	1
8	Kobyaysky	278.76	2	105.03	2	167.25	2	15.968	2	0	1	0	0	140639	3	25.6	3	15	2
9	Lensky	59935.39	5	1136.27	3	35961.23	5	1017.943	5	503.593	4	176.962	3	3991697	5	105.09	5	35	5
10	Megino-Kangalassky	707.83	2	200.03	2	424.7	2	30.246	2	8.463	1	n/a	0	40424	2	168	5	16	2
11	Mirninsky	40304.01	5	1795.98	3	24182.4	4	n/a	0	1848.81	5	944.95	4	3700670	5	178.01	5	31	4
12	Namsky	52.49	1	752.52	2	48.49	1	20.478	2	2.43	1	n/a	0	24709	2	0.42	1	10	1
13	Neryungrinsky	27601.45	4	13842.01	5	16560.87	4	389.85	3	367.25	3	19.59	2	1239795	4	181.36	5	30	4
14	Nyurbinsky	23428.07	4	240.43	2	14056.84	4	121.647	3	808.338	4	0	0	980062	3	27.66	3	23	3
15	Olyokminsky	29834.26	4	742.43	2	17900.55	4	47.773	2	12.372	2	4.352	1	95483	2	25.89	3	20	2
16	Olenyoksky	5632.11	3	15.22	1	3.37926	1	62574	5	0	1	0	1	223986	3	0.6	1	15	2
17	Suntarsky	287.55	2	550.11	2	172.52	2	6.952	1	6.354	1	4.565	0	51518	2	1.33	1	12	1
18	Tattinsky	964.8	2	606.87	2	578.88	2	11.314	2	0	1	0	0	16517	2	18.5	2	13	1
19	Tomponsky	1345.2	3	334.63	2	807.12	2	18.844	2	5.251	1	0	0	35222	2	26.9	3	15	2
20	Ust-Aldansky	423.12	2	91.18	1	283.87	2	0	1	0	1	n/a	0	7943	1	5.29	1	9	1
21	Ust-Maysky	1193.38	3	0	0	716.08	2	30.13	2	n/a	5	14.83	2	66538	2	18	2	18	2
22	Khangalassky	506.05	2	365.98	2	303.63	2	60.987	2	13.777	2	n/a	0	102301	3	n/a	0	13	1
23	Churapchinsky	677.6	2	217.62	2	406.56	2	0	1	0	1	n/a	0	8419	1	9.7	1	10	1
24	Eveno-Bytantaysky	43.16	1	0	0	25.9	1	n/a	0	0	1	n/a	0	4051	1	n/a	0	4	1
25	Yakutsk	5880.4	3	8163.81	4	4154.87	3	728.65	4	401.66	3	78.43	2	1528898	4	720.4	5	28	4

Notes to Appendix Table 6: 3 – fees for negative impact on environment, 4 – fines and lawsuits fees added to the budget of the municipal divisions and municipal districts, 5 – Paid to the budget of the municipal divisions and districts after for the negative environmental impact, 6 – Costs of catchment and purification of wastewater, 7 – Costs of waste treatment, 8 – Costs of land and natural water rehabilitation and protection, 9 – Current operating costs of environment protection, including costs of nature protecting services (thousand rubles), 10 – Removal of solid household waste per year (thousand m³).

Appendix Table 7a. Social-economic and ecological factors.

No.	District	Number of motor vehicles registered with the State Traffic Safety Inspectorate of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in Sakha, per 1000 ind.		Length of the regional public roads as of the end of the year, 1 km/1000 km ²		Settlements without gas infrastructure, %		Settlements without water supply infrastructure, %		Settlements without waste-water disposal system, %		Total area of accommodation, m ² /ind.		Single line of outside water supply infrastructure, m	
		3	3	4	2	5	5	6	2	7	5	8	4	9	5
1	Aldansky	361	3	2.752	2	100.00	5	36.84	2	36.84	2	29.80	4	207810	5
2	Amginsky	203	3	12.371	3	100.00	5	95.24	5	95.24	5	26.48	4	3500	2
3	Bulunsky	62	1	0.221	1	100.00	5	10.00	1	10.00	1	17.05	2	21440	3
4	Verkhnevilyuysky	182	2	26.596	3	58.62	3	68.97	4	75.86	4	20.29	3	n/a	0
5	Vilyuysky	239	3	16.074	3	40.00	2	88.00	5	88.00	5	23.00	3	29400	3
6	Gorny	289	3	14.941	3	81.25	5	62.50	4	93.75	5	23.51	3	21242	3
7	Zhigansky	123	2	0.183	1	80.00	4	60.00	3	80.00	4	22.71	3	2600	2
8	Kobyaysky	272	3	1.442	2	43.48	3	100.00	5	100.00	5	24.65	3	5500	2
9	Lensky	587	4	5.997	2	94.74	5	94.74	5	94.74	5	26.53	4	34510	3
10	Megino-Kangalassky	403	4	63.863	4	55.56	3	97.22	5	100.00	5	30.10	5	4420	2
11	Mirninsky	616	5	1.284	2	57.14	3	35.71	2	50.00	3	20.54	3	155791	4
12	Namsky	245	3	37.445	3	29.17	2	79.17	4	79.17	4	23.33	3	n/a	0
13	Neryungrinsky	395	3	2.714	2	88.89	5	0.00	0	0.00	0	22.81	3	289836	5
14	Nyurbinsky	293	3	12.309	3	100.00	5	87.50	5	100.00	5	27.57	4	210	1
15	Olyokminsky	163	2	10.348	3	94.44	5	87.04	5	94.44	5	25.68	4	6840	2
16	Olenyoksky	102	2	1.248	2	100.00	5	100.00	5	100.00	5	24.80	3	n/a	0
17	Suntarsky	272	3	11.277	3	97.44	5	94.87	5	94.87	5	26.31	4	10300	3
18	Tattinsky	295	3	19.653	3	100.00	5	93.33	5	100.00	5	26.61	4	850	1
19	Tomponsky	311	3	3.397	2	100.00	5	78.57	4	78.57	4	24.25	3	18460	3
20	Ust-Aldansky	143	2	36.842	3	100.00	5	80.00	4	85.71	5	27.16	4	43000	3
21	Ust-Maysky	232	3	3.027	2	81.25	5	56.25	3	56.25	3	26.27	4	22734	3
22	Khangalassky	289	3	23.964	3	58.62	3	55.17	3	58.62	3	23.14	3	45530	3
23	Churapchinsky	246	3	71.968	4	60.00	3	26.67	2	40.00	2	25.33	4	1380	2
24	Eveno-Bytantaysky	126	2	1.788	2	75.00	4	100.00	5	75.00	4	18.51	2	n/a	0
25	Yakutsk	348	3	135.639	5	0.00	1	66.67	4	75.00	4	21.47	3	202050	5

Appendix Table 7b. Social-economic and ecological factors.

No.	District	Distribution of companies by their activity type, unit per 10000 ind.										TOTAL	
		Agriculture, forestry, hunting, fishing and fishery		Mining		Manufacturing		Construction		Transportation and storage			
1	2	10		11		12		13		14		15	
1	Aldansky	21	2	15	5	8	4	18	3	11	3	40	4
2	Amginsky	23	2	0	0	2	3	9	2	2	1	35	3
3	Bulunsky	36	3	4	3	1	1	8	2	11	3	26	2
4	Verkhnevilyuysky	22	2	1	1	4	3	11	3	2	1	29	2
5	Vilyuysky	16	2	1	2	6	4	11	3	3	1	36	3
6	Gorny	23	2	0	0	7	4	5	1	3	1	34	3
7	Zhigansky	110	5	0	0	2	3	19	3	7	2	32	3
8	Kobyaysky	36	3	2	3	7	4	7	2	2	1	36	3
9	Lensky	7	1	1	2	5	4	15	3	14	3	41	4
10	Megino-Kangalassky	13	2	1	1	7	4	14	3	5	2	40	4
11	Mirninsky	4	1	3	3	5	4	16	3	52	5	38	3
12	Namsky	21	2	0	0	8	4	18	3	4	1	29	2
13	Neryungrinsky	7	1	14	5	9	4	23	3	28	4	35	3
14	Nyurbinsky	15	2	2	2	8	4	11	3	4	1	38	3
15	Olyokminsky	11	2	2	3	3	3	5	2	4	1	37	3
16	Olenyoksky	88	4	5	3	5	3	21	3	7	2	37	3
17	Suntarsky	22	2	0	0	8	4	5	2	2	1	37	3
18	Tattinsky	16	2	2	2	6	4	8	2	2	1	37	3
19	Tomponsky	22	2	2	3	13	5	6	2	5	1	37	3
20	Ust-Aldansky	39	3	0	0	4	3	2	1	1	1	34	3
21	Ust-Maysky	37	3	15	5	3	3	10	2	7	2	38	3
22	Khangalassky	19	2	2	2	11	5	17	3	4	1	34	3
23	Churapchinsky	36	3	0	0	1	1	14	3	1	1	28	2
24	Eveno-Bytantaysky	49	3	0	0	3	3	0	0	7	2	27	2
25	Yakutsk	7	1	10	4	17	5	67	5	19	3	43	4

Appendix Table 8. Radioactive fallout.

No.	District	Daily maximum gamma radiation dose level, microR/hr	
		1	2
1	Aldansky	18	2
2	Amginsky	15	1
3	Bulunsky	14	1
4	Verkhnevilyuysky	11	1
5	Vilyuysky	15	1
6	Gorny	13	1
7	Zhigansky	16	2
8	Kobyaysky	12	1
9	Lensky	16.5	2
10	Megino-Kangalassky	n/a	0
11	Mirninsky	13	1
12	Namsky	17	2
13	Neryungrinsky	16,5	2
14	Nyurbinsky	13	1
15	Olyokminsky	14	1
16	Olenyoksky	n/a	0
17	Suntarsky	15	1
18	Tattinsky	19	3
19	Tomponsky	14.67	1
20	Ust-Aldansky	n/a	0
21	Ust-Maysky	17	2
22	Khangalassky	15	1
23	Churapchinsky	14	1
24	Eveno-Bytantaysky	n/a	0
25	Yakutsk	14	1

Appendix Table 9. Ecological factors: specially protected natural areas.

No.	District	Specially protected natural areas, % of the district		Protected plant and mushroom species, %		Protected animal species, %		TOTAL	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Aldansky	45.39	3	39.74	4	36.52	4	11	4
2	Amginsky	25.31	2	5.45	1	18.26	2	5	1
3	Bulunsky	18.27	1	16.99	2	21.74	3	6	2
4	Verkhnevilyuysky	23.24	2	0.96	1	20.87	3	6	2
5	Vilyuysky	26.92	2	2.24	1	20.00	2	5	1
6	Gorny	33.68	2	3.21	1	14.78	2	5	1
7	Zhigansky	35.06	2	6.41	1	20.00	2	5	1
8	Kobyaysky	23.33	2	12.50	2	25.22	3	7	2
9	Lensky	18.38	1	22.12	3	37.39	4	8	3
10	Megino-Kangalassky	20.27	2	3.21	1	20.00	2	5	1
11	Mirninsky	15.13	1	6.73	1	29.57	3	5	1
12	Namsky	13.23	1	5.13	1	18.26	2	4	1
13	Neryungrinsky	22.98	2	26.92	3	35.65	4	9	3
14	Nyurbinsky	23.55	2	1.60	1	22.61	3	6	2
15	Olyokminsky	16.62	1	58.97	5	52.17	5	11	4
16	Olenyoksky	85.21	5	0.32	1	12.17	2	8	3
17	Suntarsky	26.56	2	5.13	1	30.43	4	7	2
18	Tattinsky	37.78	2	4.17	1	16.52	2	5	1
19	Tomponsky	31.93	2	20.83	3	20.87	3	8	3
20	Ust-Aldansky	30.85	2	3.21	1	25.22	3	6	2
21	Ust-Maysky	28.84	2	14.10	2	24.35	3	7	2
22	Khangalassky	60.15	4	14.74	2	28.70	3	9	3
23	Churapchinsky	27.82	2	2.88	1	16.52	2	5	1
24	Eveno-Bytantaysky	22.64	2	2.88	1	8.70	1	4	1
25	Yakutsk	25.50	2	10.90	2	20.00	2	6	2

Appendix Table 10. Forest resources.

No.	District	Forest cover, %	
1	2	3	
1	Aldansky	81.9	5
2	Amginsky	86.4	5
3	Bulunsky	15.5	1
4	Verkhnevilyuysky	69.2	4
5	Vilyuysky	53.2	3
6	Gorny	86.5	5
7	Zhigansky	52.1	3
8	Kobyaysky	26.4	2
9	Lensky	89.8	5
10	Megino-Kangalassky	76.9	4
11	Mirninsky	67.3	4
12	Namsky	68.3	4
13	Neryungrinsky	91.5	5
14	Nyurbinsky	84.8	5
15	Olyokminsky	86.9	5
16	Olenyoksky	65	4
17	Suntarsky	86.7	5
18	Tattinsky	82.1	5
19	Tomponsky	47	3
20	Ust-Aldansky	75	4
21	Ust-Maysky	74.7	4
22	Khangalassky	86.6	5
23	Churapchinsky	78.5	4
24	Eveno-Bytantaysky	11.5	1
25	Yakutsk	64.2	4

Appendix Table 11. Land use structure and ecological-economic factors.

No.	District	Distribution of agricultural lands as of January 1, 2021, %, fallows		Distribution of companies by their activity type, unit per 10000 ind.						TOTAL	
				Water supply, water discharge, waste catchment and disposal, pollution elimination		Education		Health and social services			
1	2	3		4		5		6		7	
1	Aldansky	0.00	1	1	2	15	3	5	3	9	2
2	Amginsky	0.02	1	1	3	24	4	5	3	11	3
3	Bulunsky	0.00	1	0	1	24	4	6	3	9	2
4	Verkhnevilyuysky	3.88	4	0	2	26	5	3	2	13	3
5	Vilyuysky	0.45	1	4	5	25	5	5	3	14	4
6	Gorny	0.31	1	2	3	25	5	5	3	12	3
7	Zhigansky	0.00	1	2	4	26	5	7	4	14	4
8	Kobyaysky	0.03	1	0	1	36	5	2	2	9	2
9	Lensky	2.15	3	1	3	12	2	4	2	10	2
10	Megino-Kangalassky	5.27	5	1	3	22	4	4	2	14	4
11	Mirninsky	0.00	1	1	3	6	1	4	2	7	1
12	Namsky	0.13	1	2	3	29	5	3	2	11	3
13	Neryungrinsky	0.00	1	1	3	8	1	6	3	8	2
14	Nyurbinsky	3.83	4	3	4	22	4	5	3	15	4
15	Olyokminsky	2.96	3	0	2	27	5	5	3	13	3
16	Olenyoksky	0.00	1	0	1	28	5	9	5	12	3
17	Suntarsky	0.22	1	2	4	26	5	3	2	12	3
18	Tattinsky	3.60	4	1	2	26	5	6	3	14	4
19	Tomponsky	0.00	1	2	3	29	5	5	3	12	3
20	Ust-Aldansky	0.00	1	0	2	35	5	4	3	11	3
21	Ust-Maysky	0.88	2	3	4	25	4	4	3	13	3
22	Khangalassky	0.19	1	2	3	18	3	5	3	10	2
23	Churapchinsky	0.00	1	0	1	28	5	3	2	9	2
24	Eveno-Bytantaysky	0.00	1	3	5	24	4	10	5	15	4
25	Yakutsk	0.14	1	2	4	9	1	9	5	11	3

Appendix Table 12. Indicators of integral industrial impact *negatively* affecting the environment.

№	Улус	Condition of atmospheric air	Condition of water resources	Structure of land use	Structure of livestock	Socio-ecological factors	Ecological-economic factors	Socio-economic and ecological factors	Radioactive fallout from the atmosphere	TOTAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Aldansky	4	3	2	3	2	3	4	2	23	4
2	Amginsky	2	1	3	2	1	1	3	1	14	2
3	Bulunsky	1	1	1	2	1	1	2	1	10	1
4	Verkhnevilyuysky	1	1	2	2	1	1	2	1	11	1
5	Vilyuysky	2	1	2	3	2	1	3	1	15	2
6	Gorny	1	1	1	2	2	1	3	1	12	1
7	Zhigansky	1	1	1	1	2	1	3	2	12	1
8	Kobyaysky	2	1	3	2	2	2	3	1	16	2
9	Lensky	5	3	2	3	3	5	4	2	27	4
10	Megino-Kangalassky	2	4	3	3	3	2	4	0	21	3
11	Mirninsky	5	5	2	2	3	4	3	1	25	4
12	Namsky	1	1	2	2	1	1	2	2	12	1
13	Neryungrinsky	5	5	3	4	3	4	3	2	29	5
14	Nyurbinsky	3	2	2	3	2	3	3	1	19	3
15	Olyokminsky	3	1	2	2	1	2	3	1	15	2
16	Olenyoksky	1	1	1	2	2	2	3	0	12	1
17	Suntarsky	2	1	2	2	1	1	3	0	12	1
18	Tattinsky	2	1	2	2	1	1	3	3	15	2
19	Tomponsky	2	1	1	1	2	2	3	1	13	2
20	Ust-Aldansky	2	1	3	1	1	1	3	0	12	1
21	Ust-Maysky	2	3	2	2	2	2	3	2	18	3
22	Khangalassky	2	2	3	2	3	1	3	1	17	2
23	Churapchinsky	1	1	2	2	1	1	2	1	11	1
24	Eveno-Bytantaysky	1	1	1	2	2	1	2	0	10	1
25	Yakutsk	4	5	4	3	5	4	4	1	30	5

Appendix Table 13. Indicators of integral industrial impact *positively* affecting the environment.

No.	District	Ecological factors: specially protected natural areas	Forest resources	Land use structure and ecological-economic factors	TOTAL	
1	2	3	4	5	6	
1	Aldansky	4	5	2	11	4
2	Amginsky	1	5	3	9	3
3	Bulunsky	2	1	2	5	1
4	Verkhnevilyuysky	2	4	3	9	3
5	Vilyuysky	1	3	4	8	3
6	Gorny	1	5	3	9	3
7	Zhigansky	1	3	4	8	3
8	Kobyaysky	2	2	2	6	2
9	Lensky	3	5	2	10	4
10	Megino-Kangalassky	1	4	4	9	3
11	Mirninsky	1	4	1	6	2
12	Namsky	1	4	3	8	3
13	Neryungrinsky	3	5	2	10	4
14	Nyurbinsky	2	5	4	11	4
15	Olyokminsky	4	5	3	12	5
16	Olenyoksky	3	4	3	10	4
17	Suntarsky	2	5	3	10	4
18	Tattinsky	1	5	4	10	4
19	Tomponsky	3	3	3	9	3
20	Ust-Aldansky	2	4	3	9	3
21	Ust-Maysky	2	4	3	9	3
22	Khangalassky	3	5	2	10	4
23	Churapchinsky	1	4	2	7	2
24	Eveno-Bytantaysky	1	1	4	6	2
25	Yakutsk	2	4	3	9	3

Appendix Table 14. Indicators of the integral industrial impact on the environment.

No.	District	Negative impact	Positive impact
1	2	3	4
1	Aldansky	very high	very high
2	Amginsky	medium	high
3	Bulunsky	low	low
4	Verkhnevilyuysky	low	high
5	Vilyuysky	medium	high
6	Gorny	low	high
7	Zhigansky	low	high
8	Kobyaysky	medium	medium
9	Lensky	very high	very high
10	Megino-Kangalassky	high	high
11	Mirninsky	very high	medium
12	Namsky	low	high
13	Neryungrinsky	extremely high	very high
14	Nyurbinsky	high	very high
15	Olyokminsky	medium	extremely high
16	Olenyoksky	medium	very high
17	Suntarsky	low	very high
18	Tattinsky	medium	very high
19	Tomponsky	medium	high
20	Ust-Aldansky	low	high
21	Ust-Maysky	high	high
22	Khangalassky	medium	very high
23	Churapchinsky	low	medium
24	Eveno-Bytantaysky	low	medium
25	Yakutsk	extremely high	high

УДК 556.383/388:504(571.1)

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЛЕНА

© 2024 г. А.П. Белоусова, А.С. Оботуров, Е.Э. Руденко

Институт водных проблем РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: anabel@iwr.ru, belanna47@mail.ru

Поступила в редакцию 01.02.2023. После доработки 15.02.2024. Принята к публикации 01.03.2024.

Оценка интегральной техногенной нагрузки впервые проведена при различных условиях развития этих влияний как негативных, так и позитивных на окружающую среду. В связи с этим исследования на территории Республики Саха (Якутия), расположенной в бассейне р. Лена, проводились в два этапа: I – в условиях влияния негативной техногенной нагрузки на окружающую среду; II – в условиях позитивного влияния на окружающую среду.

Оценка влияния техногенной нагрузки на окружающую среду проводилась по ранее разработанной нами методике, позволяющей учитывать многофакторность разноразмерных показателей, характеризующих техногенную нагрузку на изучаемые регионы, к которым относится и бассейн реки Лена.

Представленный подход базируется на простом арифметическом действии, которое позволяет объединить в расчетах все разноразмерные характеристики влияния на окружающую среду и привести их к безразмерным значениям для последующего установления степени их негативного или позитивного воздействия на среду.

Для 25 улусов (районов) Республики Саха (Якутия), расположенных в бассейне реки Лена, проанализировано 53 негативных показателя состояния различных компонентов окружающей среды, объединенных в 8 групп, и 8 положительных показателей (3 группы). Для каждого показателя выделено до 5 степеней техногенной нагрузки. Для каждой группы выделено до 5 степеней интенсивности суммарной техногенной нагрузки на окружающую среду, проведена оценка суммарной техногенной нагрузки в пределах данной группы с построением соответствующей карты (11 карт).

Ключевые слова: окружающая среда, техногенная нагрузка, водные ресурсы, экологические, экономические и социальные аспекты влияния, негативное и позитивное влияние на окружающую среду.

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственного задания по научной программе Института водных проблем РАН (проект № FMWZ-2022-0001) «Исследования процессов гидрологического цикла суши и формирования водных ресурсов, геофизических процессов в водных объектах и их бассейнах, формирования экстремальных гидрологических явлений и динамики гидрологических систем с учетом изменяющихся климатических условий и антропогенных факторов».

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-86-118

EDN: ULALFY

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

УДК 581.91(470.311)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ИНВАЗИЙНЫХ РАСТЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ ТАЛДОМСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2024 г. А.В. Щербаков*, О.С. Гринченко**, В.В. Манохин***

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Россия, 119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, биологический факультет,
кафедра высших растений. E-mail: shch_a_w@mail.ru

**Институт водных проблем РАН
Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: olga_grinchenko@mail.ru

***Московский государственный университет геодезии и картографии
Россия, 105064, г. Москва, Гороховский пер., д. 4

Поступила в редакцию 01.02.2023. После доработки 15.02.2024. Принята к публикации 01.03.2024.

Инвазийные растения способны наносить серьезный вред сельскому хозяйству и здоровью людей, а также трансформировать природные сообщества и вытеснять из них аборигенные растения. В связи с этим изучение их распространения является актуальной задачей. В 2022 году мы изучили распространение 6 видов инвазийных растений (борщевика Сосновского – *Heracleum sosnowskyi* Manden., золотарников гигантского и канадского – *Solidago gigantea* Ait., *S. canadensis* L., клёна американского – *Acer negundo* L., недотроги желёзконосной – *Impatiens glandulifera* Royle и эхиноцистиса шиповатого – *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray) на территории Талдомского городского округа Московской области. К настоящему времени борщевик Сосновского, золотарники гигантский и канадский и эхиноцистис шиповатый широко распространились по территории округа и проникли в природные сообщества, что делает борьбу с ними крайне сложной, а иногда и невозможной. Клён американский находится на средней стадии инвазии и пока еще незначительно проник в природные сообщества, так что его инвазия еще может быть остановлена. Недотрога желёзконосная находится на начальной стадии внедрения, и этот процесс пока еще может быть остановлен относительно просто.

Ключевые слова: ботаническое картографирование, инвазийные растения, Талдомской городской округ.

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-119-135

EDN: WTHAZC

Изучение инвазийных растений, особенно видов, способных наносить серьезный вред сельскому хозяйству и здоровью людей, а также трансформировать природные сообщества и вытеснять из них аборигенные виды, является одной из важных тем современной ботаники. Ей посвящена обширная зарубежная и отечественная литература, в т.ч. региональные и межрегиональные Черные книги (Виноградова и др., 2010, 2011; Черная книга ..., 2016; Абрамова и др., 2021), по этой проблематике проводятся научные конференции и совещания различного уровня.

Крайне важным при изучении инвазийных видов, а в особенности при прогнозировании их дальнейшего поведения, является точная оценка текущего состояния их популяций на той или иной территории. Так, достаточно хорошо прослежена динамика распространения элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.) в Северной Евразии (Виноградова и др., 2010); известно, что американская череда облиственная (*Bidens frondosa* L.) проникала в Европу неоднократно, однако только одна ее разновидность проявила здесь инвазийные свойства

и к настоящему времени широко распространилась в этой части света (Виноградова и др., 2010).

С другой стороны, на такие американские растения, как ситник тонкий (*Juncus tenuis* Willd.) или череда облиственная (*Bidens frondosa* L.), ботаники стали обращать внимание только тогда, когда они уже стали массовыми в тех или иных регионах (Тихомиров и др., 1960).

Поэтому мы решили провести точную оценку распространения 6 инвазивных видов на территории Талдомского городского округа Московской области. Для наглядности все обнаруженные места произрастания этих видов были закартографированы.

Материалы и методы

Талдомский городской округ (г.о.) является самым северным муниципалитетом Московской области, его южная граница проходит примерно в 90 км севернее центра города Москвы. На севере и северо-западе он граничит с Калязинским районом и Кимрским муниципальным округом Тверской области.

Территория Талдомского г.о. составляет 1427 км², постоянное население по состоянию на 01.01.2020 – 46.4 тыс. человек (Округ в цифрах, 2024). Население значительно увеличивается в безморозный период (с конца апреля по середину сентября) за счет горожан, приезжающих на отдых в дачные поселки (особенно многочисленные на юге и западе округа), а также в сельские населенные пункты.

Территория округа находится на юге южно-таежной подзоны (подзоны еловых лесов с примесью элементов широколиственного типа), на границе с подзоной смешанных елово-широколиственных лесов (Алехин, 1947). Эта территория характеризуется господством ели на участках с суглинистыми почвами (Калязинско-Талдомский подрайон) и сосны – с песчаными и супесчаными (Волжско-Дубненский подрайон; Алехин, 1947).

Согласно данным того же В.В. Алехина (1947), эта территория стала активно осваиваться под пашню и сенокосы еще до XV в. Поэтому растительный покров водосборных участков очень сильно фрагментирован из-за чередования лесов (преимущественно еловых, смешанных и мелколиственных), болот и сельскохозяйственных угодий.

Основной отраслью хозяйственной деятельности до 1990-х гг. было мясное и молочное животноводство. К настоящему времени многие сельскохозяйственные земли вышли из оборота и превратились в залежи, зарастающие древесно-кустарниковой растительностью, а специализация сельского хозяйства сменилась с животноводства на земледелие (пропашные, технические и овощные культуры).

Через округ проходит относительно малодетальная однопутная Московско-Савёловская железная дорога с ответвлением от ст. Вербилки на г. Дубну, где преобладает движение пригородных поездов. Имеющиеся железнодорожные станции характеризуются крайне небольшим грузооборотом, а сортировочные станции отсутствуют.

Автодорожная сеть представлена преимущественно асфальтированными двухполосными дорогами, местами сохранились шоссе с щебеночным покрытием. Транзитный поток грузов невелик и осуществляется по шоссе Дмитров–Дубна, Дмитров–Кимры и Кимры–Калязин. Объем завозимых автотранспортом грузов также невелик, потому что промышленность округа представлена обрабатывающими предприятиями.

Западная граница Талдомского г.о. проходит по судоходному Каналу им. Москвы, однако порты здесь отсутствуют. В связи с этим основными источниками заносных растений на территорию округа являются дачные поселки, деревни и кладбища. Занос с транспортом и посевным материалом значительно меньше.

В качестве объектов изучения были выбраны 6 видов сосудистых растений,

общеизвестные на территории Московской и Тверской областей: борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), золотарники гигантский и канадский (*Solidago gigantea* Ait., *S. canadensis* L.), клён американский (*Acer negundo* L.), недотрога железконосная (*Impatiens glandulifera* Royle) и эхиноцистис шиповатый (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray; Виноградова и др., 2010, 2011; Чужеродная ..., 2020). Все эти виды характеризуются крупными размерами особей и контрастной окраской листьев или соцветий, что позволяет надежно их идентифицировать даже в сомкнутом травяном покрове на большом расстоянии (до 250 м невооруженным глазом и около 2 км при использовании бинокля).

Полевые работы велись в августе 2022 г. Столь поздние сроки были выбраны из-за того, что золотарники являются позднелетними растениями (цветут с конца июля до середины сентября), а недотрога и эхиноцистис – однолетниками.

Вся территория округа была покрыта густой сетью автомобильных, железнодорожных, водных, велосипедных и пеших маршрутов. Количественно наблюдаемые в каждом конкретном месте виды мы относили к одной из трех групп: отдельные особи, отдельные группировки, сплошные заросли. Именно по этим группам виды отмечены на картах их распространения по территории округа.

С использованием автомобильного транспорта были обследованы все автодороги, имеющие твердое покрытие, кроме дорог, расположенных на территории садоводческих товариществ с пропускным режимом. Использовались легковые автомобили «Нексия» и ВАЗ 2140. На участках дорог с присутствием изучаемых видов скорость движения составляла 25-40 км/час; на участках, где таких растений не было (как правило, тенистые леса), – 50-70 км/час. При этом наблюдатель фиксировал растения интересующих нас видов по правой стороне движения. Затем этот же участок дороги изучался в обратном направлении. При необходимости делались съезды на прилегающие грунтовые дороги или остановки, на которых наблюдатель выходил из машины и с возвышенного места оценивал территорию с точки зрения интересующих нас объектов. Общая протяженность автомобильных маршрутов, согласно навигационным трекам, составила около 1070 км.

Железнодорожными маршрутами были пройдены участки от границы с Дмитровским г.о. (88-й км главного хода Савёловской ж.д.) до границы с Кимрским муниципальным округом Тверской области (122-й км главного хода Савёловской ж.д.) и от ст. Вербилки (90-й км главного хода Савёловской ж.д.) до пл. Карманово (122-й км Дубненской ветки Савёловской ж.д.). При этом наблюдение велось по правой стороне движения электропоезда с последующей поездкой по этим же участкам в обратном направлении. Общая протяженность железнодорожных маршрутов составила около 130 км.

При поездках на автомобиле или электропоезде наблюдатель записывал на диктофон места встреч изучаемых видов, а также их обилие (отдельные особи, отдельные группировки, сплошные заросли). При этом водитель автомобиля или второй наблюдатель сообщал ему ориентиры, которые в будущем позволили бы сделать точную топографическую привязку наблюдаемых объектов: километровые и пикетные знаки, пересечения с линиями электропередач, примыкающие или пересекающие дороги, переезды, съезды с шоссе, мосты и водопропуски, места смен лесов на поля или луга и т.п.

Велосипедными маршрутами были обследованы территории города Талдом, поселков Вербилки, Запрудня и Северный, а также берег Канала им. Москвы и внутренние части Апсарёвского урочища (между шоссе Есаулово–Храброво, Храброво–Ермолино, Ермолино–Разорёно-Семеновское и Разорёно-Семеновское–Кунилово). Общая длина велосипедных маршрутов составила около 220 км.

Водными маршрутами с использованием надувной резиновой лодки была обследована река Дубна от д. Окаёмово Сергиево-Посадского г.о. до границ города Дубна. Общая длина водных маршрутов составила около 80 км.

Пеший маршрут был проложен по реке Дубне от устья р. Сулять до д. Окаёмово. Его длина составила около 20 км.

На велосипедных, водных и пешеходных маршрутах фиксация встреченных видов и их обилия также велась путем записи на диктофон, однако их топографическая привязка делалась наблюдателем на месте.

Общая длина всех маршрутов составила более 1500 км.

В дальнейшем все места встреч изучаемых видов были привязаны к топографическим картам масштаба 1 : 200000 с использованием программы «ГИС “Панорама 14”».

Результаты и обсуждение

Борщевик Сосновского

Кавказский вид, обитающий в субальпийском поясе гор (Виноградова и др., 2010). В связи с этим является светолюбивым и морозоустойчивым растением, приспособленным к обитанию в многоснежных районах. Двулетнее или многолетнее монокарпическое (отмирающее после плодоношения) растение (Виноградова и др., 2010).

Является массовым видом, образующим обширные заросли на залежах близ бывших центральных усадеб сельскохозяйственных предприятий и молочно-товарных ферм (фото 1). Возможно, как и во многих других местах, ранее культивировался (Виноградова и др., 2010, 2011; Чужеродная ..., 2020), однако документальных свидетельств этого нам обнаружить не удалось.



Фото 1. Автор статьи А.В. Щербаков у зарослей борщевика Сосновского (фото С.Р. Майорова). **Photo 1.** A.V. Shcherbakov, the author, near the bushes of Sosnowsky's hogweed (photo by S.R. Mayorov).

Активно ведет себя вдоль шоссе и железных дорог и по краям полей, где местами образует сплошные бордюры. Вероятно, здесь его семена распространяются воздушными потоками, образующимися при движении автомашин и поездов. Встречается также в населенных пунктах, где тяготеет к заброшенным участкам и свалкам. Как отмечалось и для других территорий (Виноградова и др., 2010, 2011), существенную роль при распространении вида играет перенос его семян по снежному насту в зимний период (фото 2). К сожалению, молодые особи борщевика Сосновского мы обнаружили под пологом тенистого сероольшаника близ д. Припущаево, где это светолюбивое растение обитало в условиях сильного затенения.



Фото 2. Борщевик Сосновского зимой. Заказник «Журавлиная родина» (фото М.Ю. Марковой). **Photo 2.** Sosnovsky's hogweed in winter in Craneland Nature Reserve (photo by M.Y. Markova).

Основные районы сплошного и массового произрастания вида – поля вокруг с. Великий двор, близ г. Талдом и пос. Северный, а также в Апсарёвском урочище (рис. 1). В восточной части района, где ведется активная сельскохозяйственная деятельность, борщевик встречается только отдельными группами в пределах населенных пунктов и окраин полей. Однако и в северной части округа, где сельскохозяйственная деятельность ведется слабо, мы наблюдали схожую ситуацию с распространением этого растения.

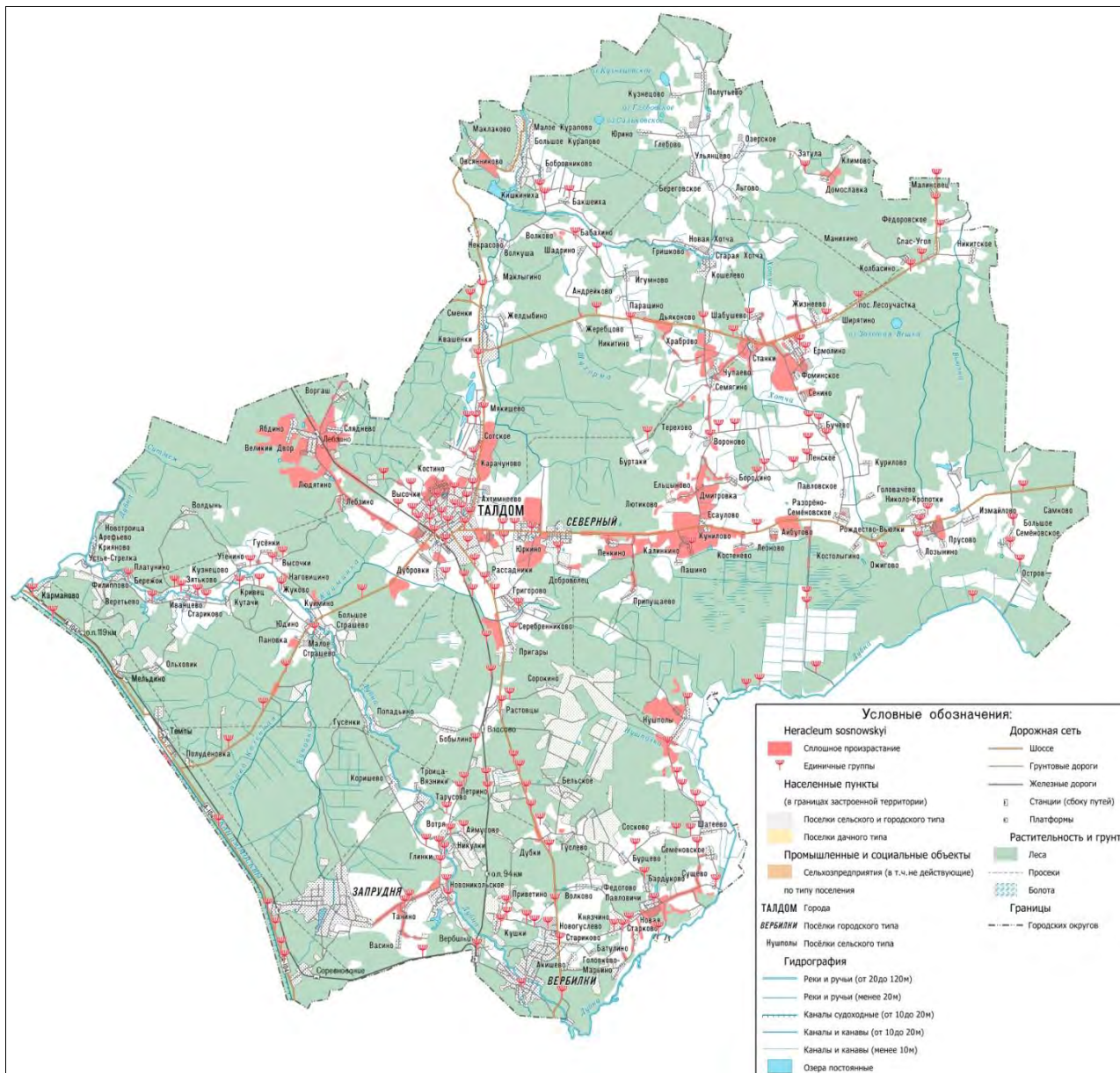


Рис. 1. Распространение борщевика Сосновского на территории Талдомского городского округа. **Fig. 1.** Distribution of Sosnovsky’s hogweed in the Taldomsky Urban District.

К сожалению, этот вид стал проникать в долину и пойму р. Дубны (пока в виде отдельных особей, однако на значительном протяжении), что в будущем может серьезно осложнить борьбу с ним (Чужеродная ..., 2020).

В смежных Дмитровском и Сергиево-Посадском г.о. Московской области он также является массовым и занимает сходные местообитания. Для смежного Кимрского муниципального округа Тверской области инвазионная активность вида характеризуется как средняя, а для Калязинского района – как незначительная (Виноградова и др., 2011). Однако с последним утверждением мы не согласны, т.к. уже длительное время видим заросли этого растения на участках, прилегающих к Угличскому шоссе от границы с Московской областью до г. Калязина.

В настоящее время в городском округе ведется борьба с этим опасным для человека

растением путем обработки его зарослей гербицидами, однако делается это бессистемно, локально, а потому неэффективно. Поскольку борщевик Сосновского является монокарпическим растением, он образует в почве в местах своего произрастания «банки семян», которые могут покоиться, сохраняя всхожесть, годы и десятилетия. Поэтому одноразовое уничтожение растения на том или ином участке при условии, что на смежных участках оно обильно цветет и плодоносит, бессмысленно.

Наиболее разумными путями уменьшение популяций этого вида на территории округа являются возвращение залежей, на которых он произрастает, в сельскохозяйственное (Виноградова и др., 2010, 2011) или лесохозяйственное (под темнохвойные лесные породы) использование.

Золотарники гигантский и канадский

Эти виды мы рассматриваем совместно, т.к. пути их заноса идентичны, а отличить их заросли на расстоянии более нескольких десятков метров, как правило, не представляется возможным.

Золотарник гигантский является многолетним длиннокорневищным травянистым растением, а золотарник канадский имеет короткие корневища, а потому менее инвазионно активен при вегетативном размножении (Чужеродные ..., 2020). В природе эти североамериканские виды широко распространены в ландшафтных зонах с умеренным, т.е. схожим с нашим климатом (Виноградова и др., 2010, 2011).

Оба вида являются популярными декоративными растениями (Виноградова и др., 2010, 2011; Чужеродные ..., 2020). Вне культуры предпочитают открытые и освещенные места с нарушенной почвой. Часто встречаются вдоль дорог и линий электропередач (фото 3).

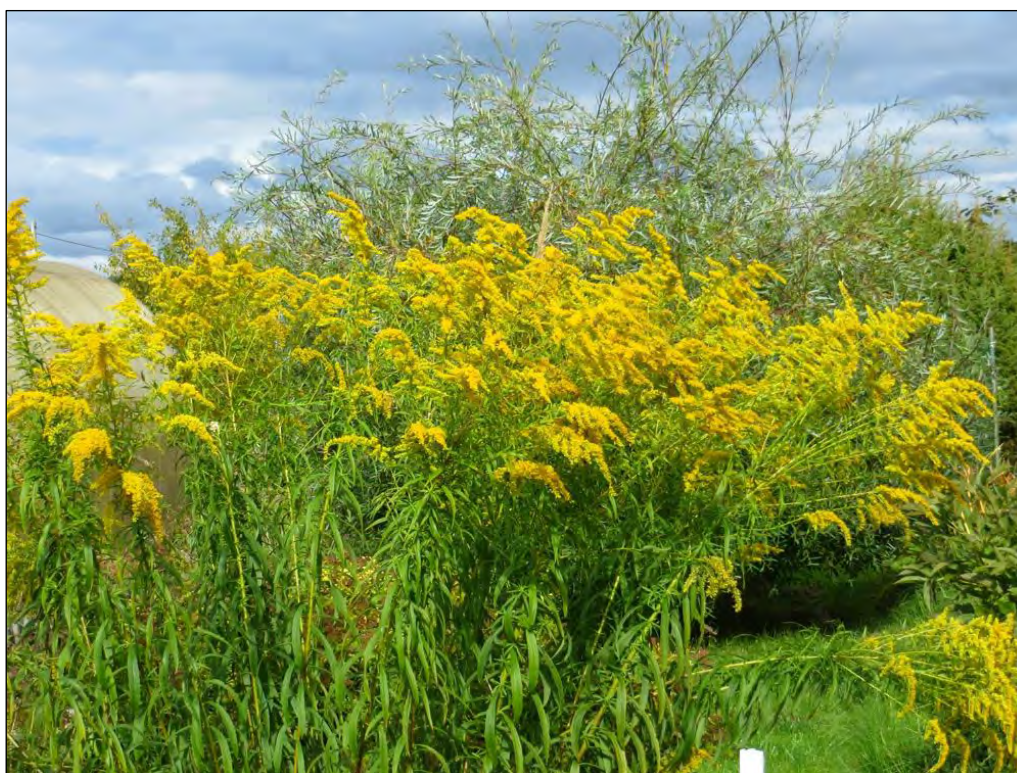


Фото 3. Золотарник канадский в СНТ «Талдом» (фото Г.Б. Асабиной). **Photo 3.** Canadian goldenrod in the “Taldom” Allotment Society (photo by G.B. Asabina).

Оба вида в условиях культуры мы наблюдали практически во всех населенных пунктах, где они высаживались на приусадебных участках, и почти во всех осмотренных нами садоводческих товариществах, а также у дорог близ этих поселений. Из этих мест, а также с кладбищ данные виды проникают на смежные территории. Их распространению способствует наличие летучек у относительно небольших семян, которые из-за этого могут разноситься ветром на большие расстояния (рис. 2).

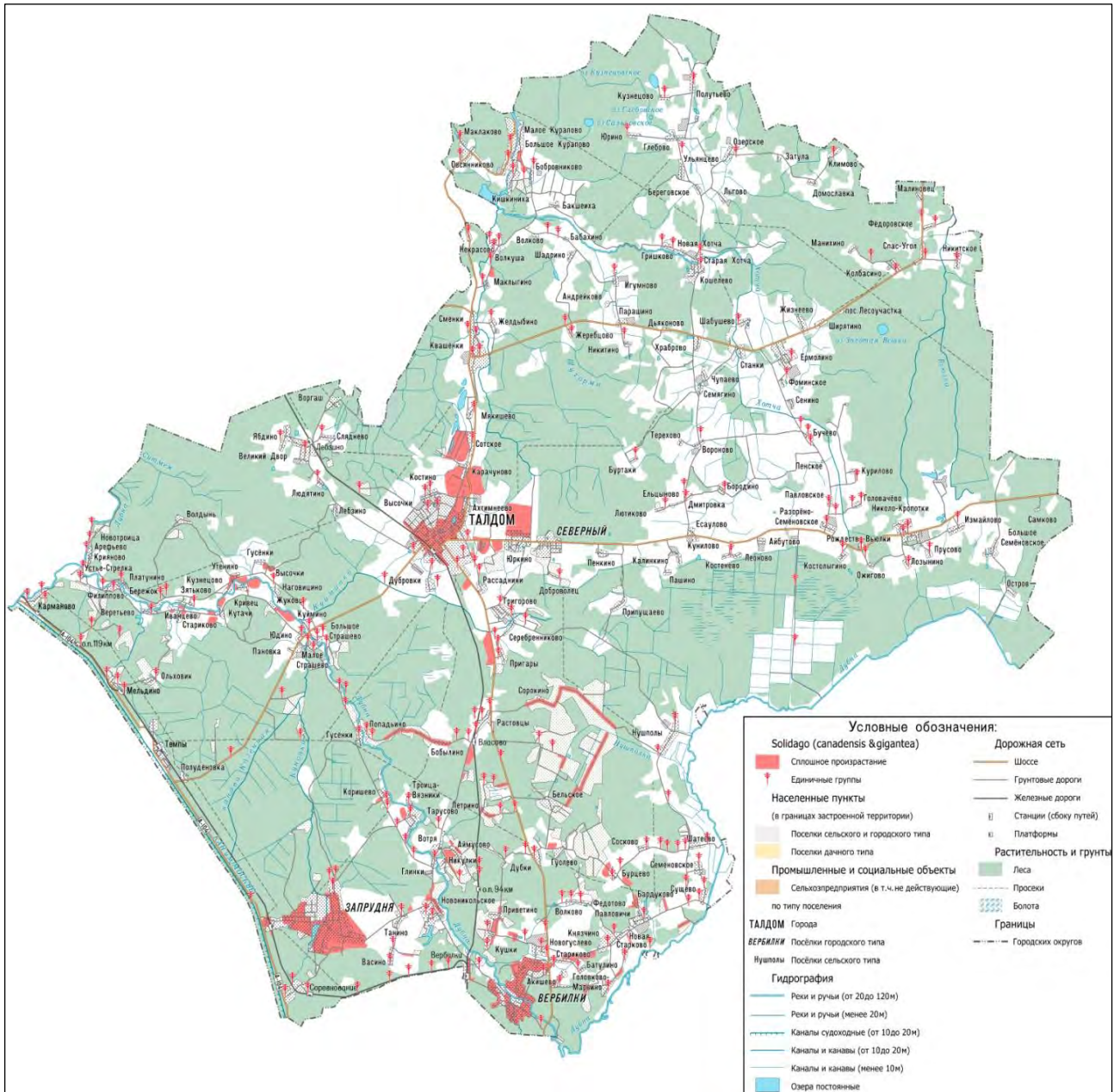


Рис. 2. Распространение золотарников гигантского и канадского (*Solidago canadensis & gigantea*) на территории Талдомского городского округа. **Fig. 2.** Distribution of giant goldenrod and Canadian goldenrod in the Taldomsky Urban District.

Наиболее крупные заросли этих видов мы наблюдали в г. Талдом, пос. Вербилки и Запрудня, а также на залежах в их окрестностях. Кроме того, крупные заросли мы видели

близ д. Аймуново и около ближайших к нему садоводческих товариществ, а также рядом с товариществами, находящимися севернее д. Бельское (рис. 2).

В смежных Дмитровском и Сергиево-Посадском г.о. Московской области виды также являются массовыми и занимают сходные местообитания. Для смежных Кимрского муниципального округа и Калязинского района Тверской области золотарник гигантский характеризуется как имеющий низкую инвазионную активность, а золотарник канадский – как не имеющий ее (Виноградова и др., 2011).

Мы предполагаем, что возвращение залежей в сельскохозяйственный или лесохозяйственный оборот позволит существенно сократить популяции этих видов. Желательно сокращение культивирования этих растений на приусадебных участках и в садоводческих товариществах, но это едва ли возможно, т.к. набор позднелетних высокодекоративных растений относительно невелик.

Из положительных качеств данных видов следует отметить, что они массово цветут значительно позже большинства наших аборигенных видов, тем самым обеспечивая нектаром и пыльцой перепончатокрылых насекомых, в т.ч. домашних пчел.

Клён американский

Широко распространенное в восточной части США дерево, произрастающее в прибрежных местообитаниях (Виноградова и др., 2010).

В Московском регионе культивируется с конца XIX в. (Игнатов и др., 1990), массово дичать начал с 1970-х гг. (Чужеродные ..., 2020). Использовался и продолжает использоваться в озеленении городских и сельских населенных пунктов, в т.ч. на территории Талдомского г.о. (фото 4).



Фото 4. Клён американский. Молодая особь (фото О.С. Гринченко).

Photo 4. A sapling of box elder (photo by O.S. Grinchenko).

Наиболее старые особи мы наблюдали в городах и поселках городского типа, где этот вид высаживался в парках, на улицах и во дворах. В сельских населенных пунктах в основном были отмечены средневозрастные или молодые особи (рис. 3). Высаживался этот вид и вдоль Канала им. Москвы.

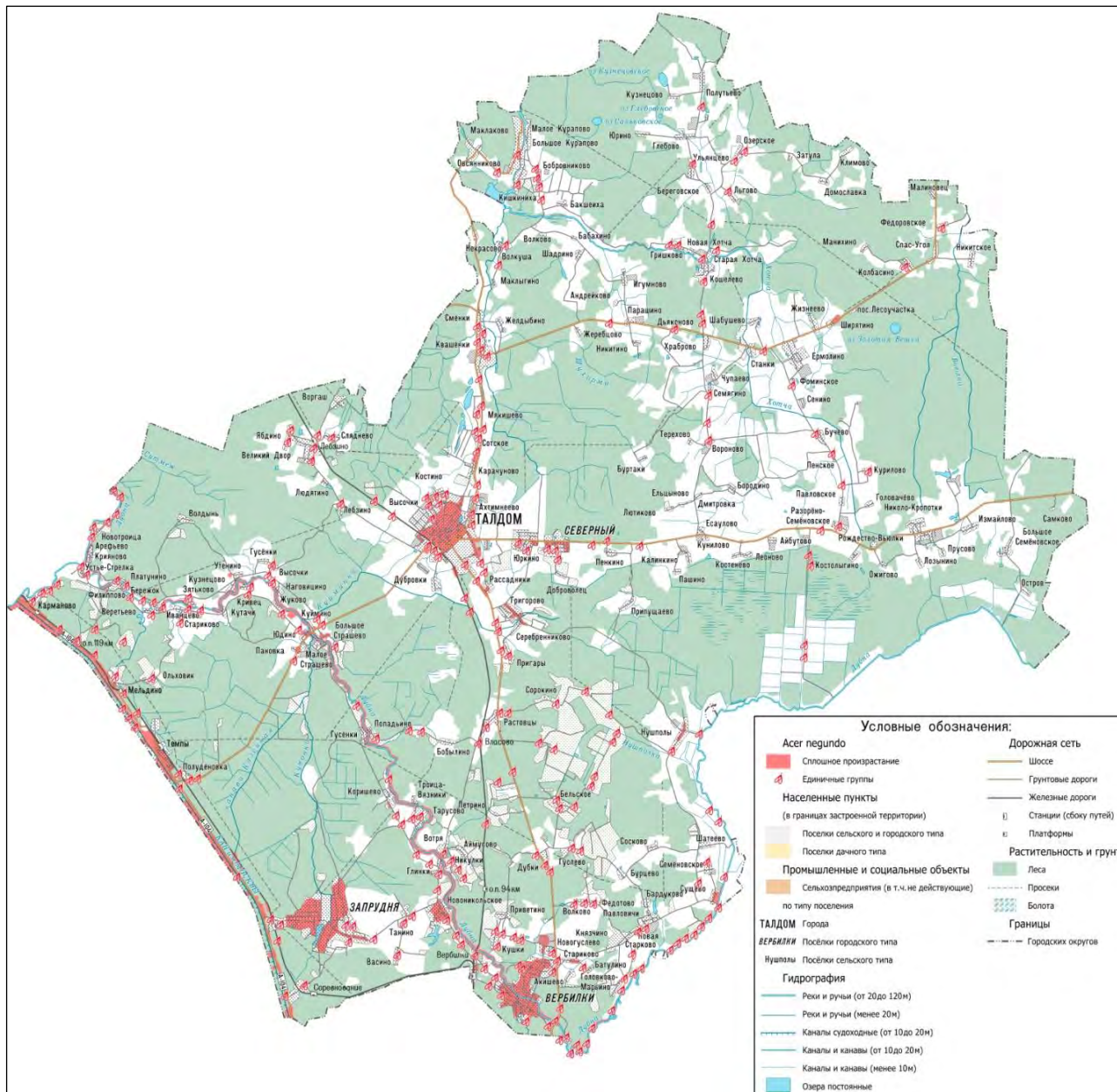


Рис. 3. Распространение клёна американского на территории Талдомского городского округа. **Fig. 3.** Distribution of box elder in the Taldomsky Urban District.

В целом растения этого вида в основном сосредоточены в пределах населенных пунктов, а также близ них. Произрастают они и вдоль шоссе и железных дорог, однако, как правило, на относительно небольшом удалении от населенных пунктов или железнодорожных станций, т.к. семена-крылатки этого вида имеют дальность полета всего в несколько десятков метров (Виноградова и др., 2010). Пока вдоль дорог этот вид не так

многочислен, как в расположенном южнее Дмитровском г.о. Предпочитает участки с нарушенным почвенным и растительным покровом.

Реализуя свою экологическую нишу, широко распространился в поймах рек Дубны (от д. Сущёво до устья) и Сестры (от ж.-д. моста до устья), а также вдоль Канала им. Москвы (рис. 3). Этому благоприятствует способность семян клёна американского относительно долго находиться в воде, не теряя жизнеспособности и обеспечивая гидрохорное распространение вида (Виноградова и др., 2010). Однако и в этих экотопах особи клёна на территории Талдомского г.о. не столь многочисленны, как мы наблюдали в долинах р. Сетунь в г. Москве, р. Оки в г. Орле или р. Любовши на востоке Орловской области, где в прибрежных местообитаниях он практически полностью вытеснил все остальные древесные породы.

В лесные экосистемы не проникает, т.к. является относительно светолюбивым растением.

В Калязинском районе и Кимрском муниципальном округе Тверской области вид характеризуется как имеющий низкую инвазионную активность (Виноградова и др., 2011).

К настоящему времени на территории округа еще возможно остановить инвазию клёна американского. Для этого требуется прекратить его культивирование, произвести вырубку имеющихся деревьев и уничтожение подроста как в природных условиях, так и на территории населенных пунктов.

Недотрога желёзконосная

Однолетнее травянистое растение, обитающее в Гималаях (Виноградова и др., 2010). Так как вид произрастает в субальпийском поясе гор, его семена способны сохранять жизнеспособность в условиях наших зим. В Московском регионе в культуре с конца XIX в., но массовое дичание началось только в конце 1970-х гг. (Игнатов и др., 1990; Чужеродные ..., 2020).

На территории Талдомского г.о. пока является редким видом (Сосудистые ..., 2017). Мы обнаружили его всего в 5 местах: 3 – в г. Талдом, 1 – близ южной окраины пгт. Запрудня, 1 – около д. Бардуково на юго-востоке района (рис. 4, фото 5). Все относительно немногочисленные группы наблюдались на влажных и затененных участках. В Талдоме 2 группы были отмечены в уличных водоотводных канавах и одна – на свалке возле ст. Талдом. Группы, произраставшие близ Запрудни и Бардуково, были обнаружены близ лесных дорог и на свалках.

Можно сказать, что в настоящее время недотрога желёзконосная находится на начальной стадии инвазии. В смежных муниципалитетах Московской области она также пока немногочисленна, а в Калязинском районе и Кимрском муниципальном округе Тверской области характеризуется как растение, имеющее низкую инвазионную активность (Виноградова и др., 2011).

Однако ситуация может измениться. В 1980-х гг. этот вид широко расселился по р. Москве выше г. Москва (Игнатов и др., 1990), в настоящее время он активно расселяется по сырым дорогам в ельниках и березняках, а также вдоль ручьев и у лесных болот (Чужеродные ..., 2020), т.е. в природных местообитаниях, из которых в будущем удалить его будет практически невозможно.

Поэтому целесообразно рекомендовать не использовать это растение в качестве декоративного и истребить его известные популяции.

Эхиноцистис шиповатый

Широко распространенная в Северной Америке прибрежная однолетняя травянистая лиана (Виноградова и др., 2010). В XX в. стала широко использоваться в Европе в качестве

декоративного растения для вертикального озеленения (Виноградова и др., 2010; Чужеродные ..., 2020). В Московском регионе дичание было отмечено в начале 1970-х гг. (Скворцов, 1973), а внедрение в природные сообщества – в конце того же десятилетия (Скворцов, 1982).

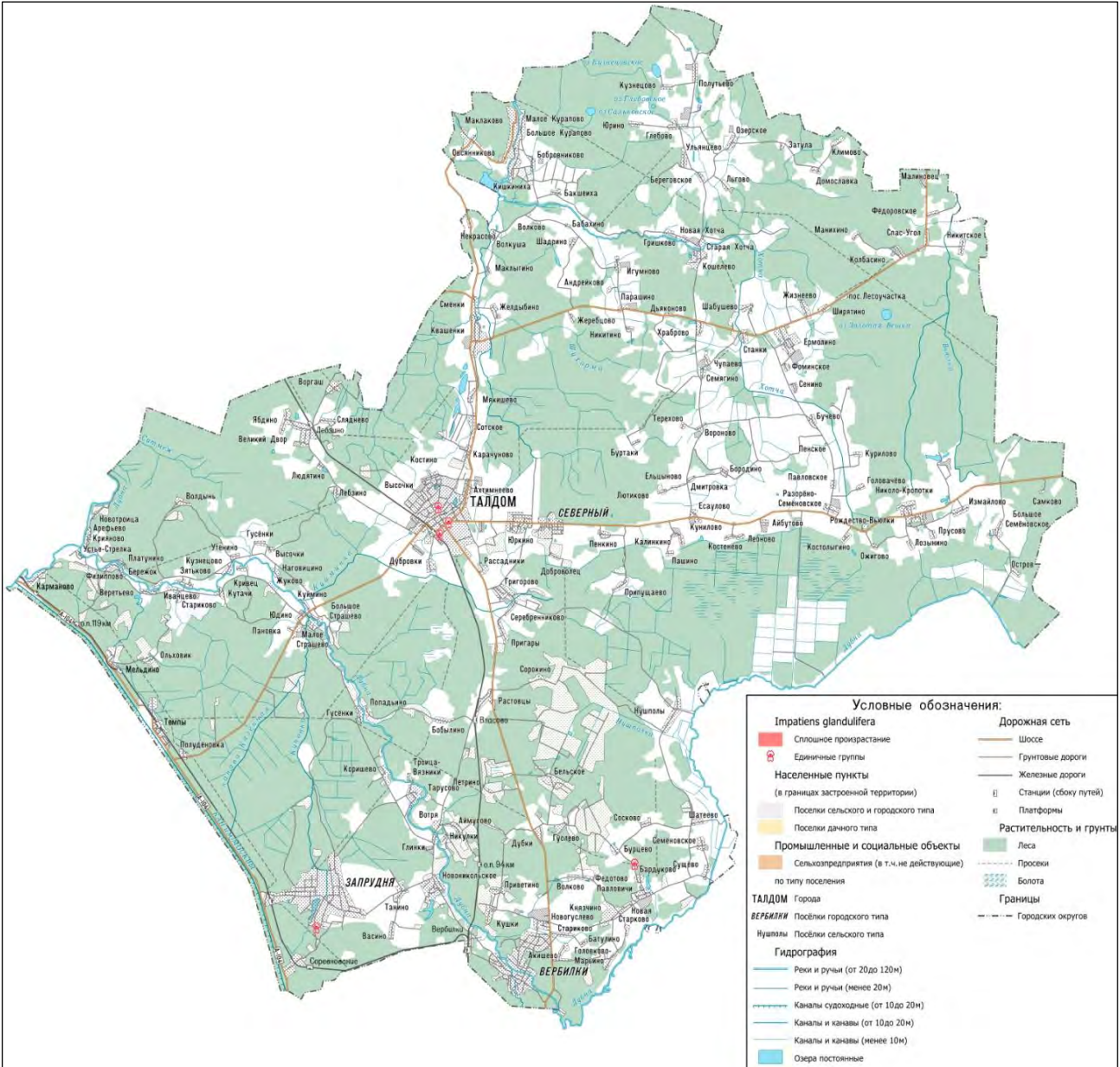


Рис. 4. Распространение недотроги желёзконосной на территории Талдомского городского округа. **Fig. 4.** Distribution of Himalayan balsam in the Taldomsky Urban District.

На территории Талдомского г.о. широко представлено в приречных сообществах реки Дубны практически на всем ее протяжении: от устья р. Сулать до д. Веретьево (фото 6). Ниже по течению были отмечены только отдельные группы. Снижение плотности произрастания мы наблюдали также от моста у д. Сущёво до моста у д. Глинки (рис. 5).

Область распространения эхиноцистиса зависит от высоты весеннего половодья, поскольку его плоды могут переноситься водой. В частности, о таком способе переноса

свидетельствует тот факт, что это растение на заброшенных мелиорированных лугах севернее д. Окаёмово Сергиево-Посадского городского округа мы наблюдали только в пределах затапливаемых участков.



Фото 5. Недотрога желёзконосная (Фото С.Р. Майорова).
Photo 5. Himalayan balsam (photo by S.R. Mayorov).



Фото 6. Эхиноцистис шиповатый в пойме р. Дубны в окрестностях д. Окаёмово (фото В.В. Конторщикова). **Photo 6.** Wild cucumber in the floodplain of the Dubna River near the Okayomovo Village (photo by V.V. Kontorshchikov).

Крупные очаги были выявлены на берегу р. Хотчи на северной окраине д. Кошелёво, на берегу р. Шухормы у восточной окраины д. Смёнки, в г. Талдом между шоссе на Дмитров и Савёловской железной дорогой, в водоотводных канавах садового некоммерческого товарищества, расположенных севернее д. Бельское (рис. 5). Мы согласны с мнением Ю.К. Виноградовой и ее соавторов (2010), что, вероятно, во все эти места вид проник с территорий его бывшей культуры. В ряде других населенных пунктов были отмечены лишь отдельные группы, тяготеющие к влажным и достаточно светлым местам или высаженные на приусадебных участках.

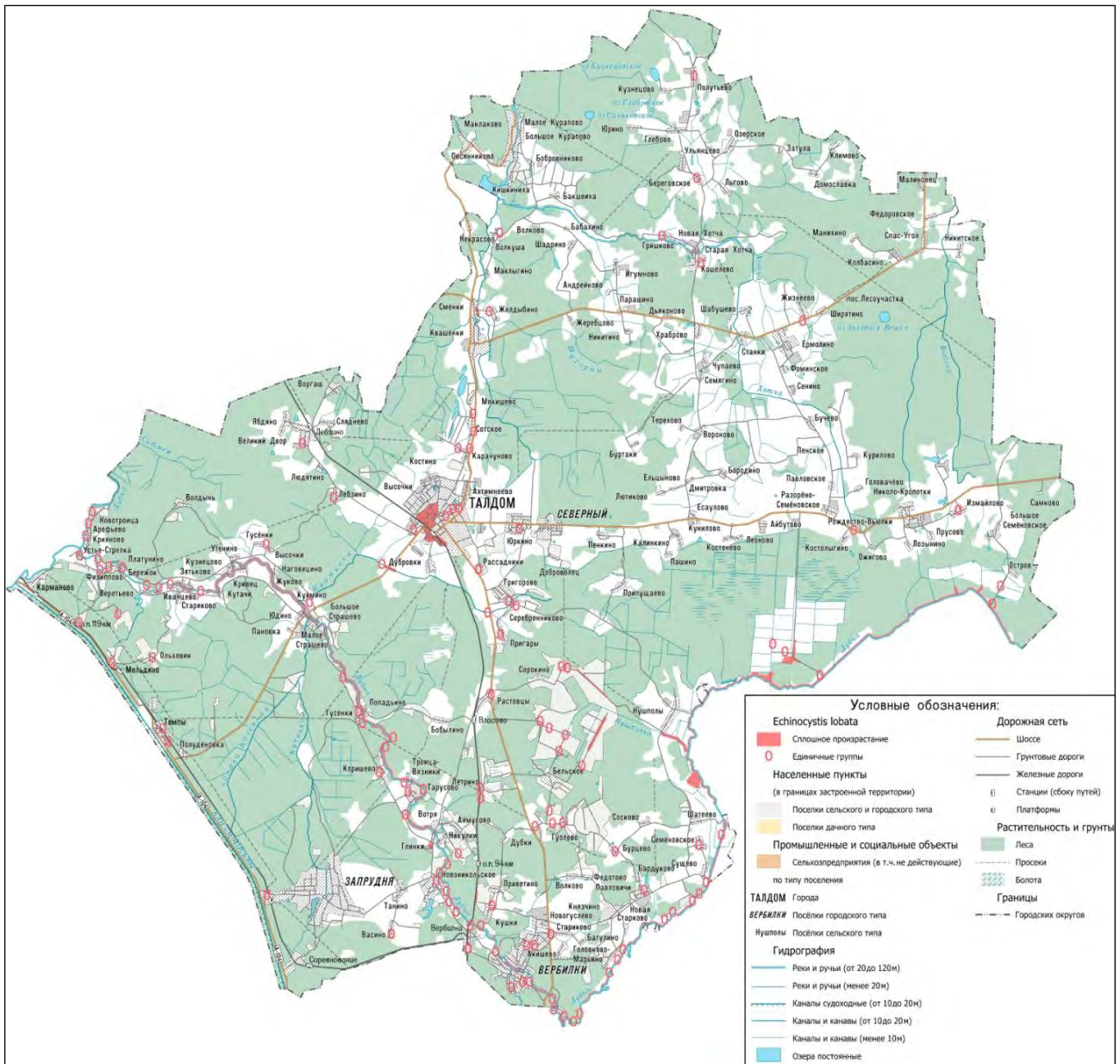


Рис. 5. Распространение эхиноцистиса шиповатого на территории Талдомского городского округа. **Fig. 5.** Distribution of wild cucumber in the Taldomsky Urban District.

В смежных муниципалитетах Московской области эхиноцистис также является массовым в прибрежных местообитаниях, причем чем крупнее водоток, тем более обильно

это растение. Для Кимрского муниципального округа Тверской области инвазионная активность этого вида характеризуется как средняя, а для Калязинского района – как незначительная (Виноградова и др., 2011).

Поскольку вид уже широко освоил природные прибрежные местообитания, борьба с ним бессмысленна и заранее обречена на неудачу.

Выводы

Таким образом, к настоящему времени борщевик Сосновского, золотарники гигантский и канадский и эхиноцистис шиповатый широко распространились по территории Талдомского городского округа и проникли в природные сообщества, что делает борьбу с ними крайне сложной, а иногда и невозможной. Клён американский находится на средней стадии инвазии и пока еще незначительно проник в природные сообщества, т.ч. его инвазия еще может быть остановлена. Недотрога желёзконосная находится на начальной стадии внедрения, и этот процесс может быть остановлен относительно просто.

Финансирование. Работа А.В. Щербакова выполнена по теме НИОКР МГУ “Анализ структурного и хорологического разнообразия высших растений в связи с проблемами их филогении, таксономии и устойчивого развития” № АААА-А16-116021660045-2.

Работа О.С. Гринченко выполнена по теме «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), а также по теме 3.2 «Развитие методики мониторинга динамики наземных экосистем под влиянием природных факторов и водохозяйственных преобразований (проект 2.6): Развитие методики мониторинга динамики наземных экосистем при изменении природных факторов – фонового климата и водности рек», № государственной регистрации 122041100236-4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

1. *Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Мулдашев А.А.* 2021. Черная книга флоры Республики Башкортостан. М.: Товарищество научных изданий КМК. 174 с.
1. Abramova LM, Golovanov YaM, Muldashev AA. Black data book of flora of the Republic of Bashkortostan [*Chernaya kniga flory Respubliki Bashkortostan*]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2021:174.
2. *Алехин В.В.* 1947. Растительность и геоботанические районы Московской и сопредельных областей. М.: Издание Московского общества испытателей природы. 71 с.
2. Alekhin VV. Vegetation and geobotanical regions of Moscow and adjacent regions [*Rastitel'nost' i geobotanicheskiye rayony Moskovskoy i sopredel'nykh oblastey*]. Moscow: Izdaniye Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody, 1947:71.
3. *Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А.* 2011. Черная книга флоры Тверской области. Чужеродные виды растений в экосистемах Тверского региона. М.: Товарищество научных изданий КМК. 292 с.
3. Vinogradova YuK, Mayorov SR, Notov AA. Black data book of flora of the Tver region [*Chernaya kniga flory Tverskoy oblasti*] *Alien plant species in the ecosystems of the Tver region* [*Chuzherodnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Tverskogo regiona*]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2011:292.
4. *Виноградова Ю.К., Майоров С.Р.,*
4. Vinogradova YuK, Mayorov SR, Khorun LV.

- Хорун Л.В. 2010. Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС. 512 с.
5. Игнатов М.С., Макаров В.В., Чичёв А.В. 1990. Конспект флоры адвентивных растений Московской области // Флористические исследования в Московской области. М.: Наука. С. 5-105.
6. Округ в цифрах. 2024 [Электронный ресурс <http://www.taldom-rayon.rf/rayon/rayon-v-tsifrakh/> (дата обращения 14.03.2024)].
7. Скворцов А.К. 1973. Новые данные об адвентивной флоре Московской области. Ч. 2 // Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. Вып. 88. С. 31-35.
8. Скворцов А.К. 1982. Новые данные об адвентивной флоре Московской области. Ч. 3 // Бюллетень Главного ботанического сада АН СССР. Вып. 124. С. 43-48.
9. Сосудистые растения «Журавлиной родины». 2017 // Вестник Журавлиной родины / Сост. А.В. Щербаков, Н.В. Любезнова, Ю.А. Насимович и др. М.: Галлея-Принт. Вып. 4. 221 с.
10. Тихомиров В.Н., Загородняя Г.Ю., Старобогатов Я.И., Шведчикова Н.К. 1960. *Juncus macer* S.F. Gray в Московской области // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. № 2. С. 121-124.
11. Черная книга флоры Удмуртской Республики. 2016 / Сост. О.Г. Баранова, Е.Н. Бралгина, Е.А. Колдомова и др. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований. 67 с.
12. Чужеродная флора Московского региона: состав, происхождение и пути формирования / Сост. Black book of the flora of Central Russia [*Chernaya kniga flory Sredney Rossii*] Alien plant species in the ecosystems of Central Russia [*Chuzherodnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii*]. Moscow: GEOS, 2010:512.
5. Ignatov MS, Makarov VV, Chichev AV. Abstract of the flora of adventitious plants of the Moscow region [*Konspekt flory adventivnykh rasteniy Moskovskoy oblasti*] Floristic research in the Moscow region [*Floristicheskiye issledovaniya v Moskovskoy oblasti*]. Moscow: Nauka, 1990:5-105.
6. District in numbers [*Okrug v tsifrakh*]. Available at <http://www.taldom-rayon.rf/rayon/rayon-v-tsifrakh/> (Date of Access 14/032024), 2024.
7. Skvortsov AK. New data on the adventitious flora of the Moscow region, Part 2 [Novyye dannyye ob adventivnoy flore Moskovskoy oblasti, Ch. 2] *Bulletin of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences* [*Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR*]. 1973;88:31-35.
8. Skvortsov AK. New data on the adventitious flora of the Moscow region, Part 3 [Novyye dannyye ob adventivnoy flore Moskovskoy oblasti, Ch. 3] *Bulletin of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences* [*Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR*]. 1982;124:43-48.
9. Vascular plants of the Craneland [Sosudistyeye rasteniya "Zhuravlinoy rodiny"] *Bulletin of the Craneland* [*Vestnik Zhuravlinoy rodiny*] / eds. A.V. Shcherbakov, N.V. Lyubeznova, Yu.A. Nasimovich et al. Moscow: Galleya-Print, 2017;4:221.
10. Tikhomirov VN, Zagorodnyaya GYu, Starobogatov YaI, Shvedchikova NK. *Juncus macer* S.F. Gray in the Moscow Region [*Juncus macer* S.F. Gray v Moskovskoy oblasti] *Scientific reports of higher education* [*Nauchnyye doklady vysshey shkoly*] *Biological Sciences* [*Biologicheskiye nauki*]. 1960;2:121-124.
11. Black data book of flora of the Udmurt Republic [*Chernaya kniga flory Udmurtskoy Respubliki*] / eds. O.G. Baranova, E.N. Bralgina, E.A. Koldomova et al. Moscow, Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2016:67.
12. Alien flora of the Moscow Region: Composition, origin and paths of formation [*Chuzherodnaya*

С.Р. Майоров, Ю.Е. Алексеев,
В.Д. Бочкин и др. 2020.
М.: Товарищество научных
изданий КМК. 576 с.

*flora Moskovskogo regiona: sostav,
proiskhozhdeniye i puti formirovaniya*] / eds.
S.R. Mayorov, Yu.E. Alekseev V.D. Bochkin et
al. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy
KMK, 2020:576.

UDC 581.91(470.311)

**DISTRIBUTION OF SOME INVASIVE PLANT SPECIES
IN THE TERRITORY OF THE TALDOMSKIY URBAN DISTRICT, MOSCOW REGION**

© 2024. A.V. Shcherbakov*, O.S. Grinchenko**, V.V. Manokhin***

**M.V. Lomonosov Moscow state university*

1-12 Leninsky Gory, Faculty of Biology, Department of Highest Plants, Moscow, 119234, Russia

E-mail: shch_a_w@mail.ru

***Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences*

3 Gubkina Str., Moscow, 119333, Russia

****Moscow State University of Geodesy and Cartography*

4 Gorokhovskiy Per., Moscow, 105064, Russia

Received Februar 01, 2023. Revised Februar 15, 2024. Accepted March 01, 2024.

Invasive plants can cause serious damage to agriculture and human health, transform natural communities and replace native species. Therefore, studying their distribution is very important. In 2022, we investigated the distribution of 6 invasive plant species, such as Sosnovsky's hogweed (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), giant goldenrod (*Solidago gigantea* Ait.), Canadian goldenrod (*S. canadensis* L.), box elder (*Acer negundo* L.), Himalayan balsam (*Impatiens glandulifera* Royle) and wild cucumber (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray), in the Taldomskiy Urban District, Moscow Region, Russia. Currently, Sosnovsky's hogweed, goldenrods and wild cucumber have widely spread throughout the district and penetrated into its natural communities, therefore making it extremely difficult and sometimes even impossible to control their populations. Box elder is in its mid-invasion stage and has not yet penetrated communities as significantly as other plants, which means it can still be stopped. Himalayan balsam is in its early stages of invasion and can still be stopped relatively easily.

Keywords: botanical mapping, invasive plant species, Taldomsky Urban District.

Funding. This work of A.V. Shcherbakov was carried out for the Moscow State University as part of the state budget research and development topic No. AAAA-A16-116021660045-2 "Analysis of Structural and Chorological Diversity of Embryophytes in Connection with Problems of Their Phylogeny, Taxonomy and Sustainable Development". The research of O.S. Grinchenko was carried out for the Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences, topic No. FMWZ-2022-0002 for 2022-2024 "Studies of Geo-Ecological Processes in the Hydrological Systems of Land, Formation of Surface Water and Groundwater Quality, Problems of Water Resources and Water Use Management under Climate Change and Anthropogenic Impacts", state registry No. AAAA-A18-118022090104-8.

DOI: 10.24412/2542-2006-2024-1-119-135

EDN: WTHAZC