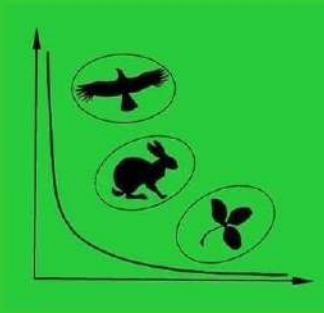
ISSN 2542-2006

Том *Volume* **3** **Номер** **Number** **4** **Декабрь** **December** **2019**



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 соотвествующей 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

2019

WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ECOSYSTEMS: ECOLOGY AND DYNAMICS

Vol. 3, No. 4, 2019, December
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,
Academician of the Russian Academy of Sciences K.N. Kulik,
Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.V. Melikhov,
Academician of the Russian Academy of Sciences A.S. Rulev

Editorial Board:
M.V. Bolgov, A.N. Gelfan, E.I. Golubeva, T.V. Dikariova, N.G. Mazey,
N.M. Novikova, G.N. Ogureeva, E.I. Pankova, S.A. Podolskiy, E.G. Suslova,
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

2019

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА

Том 3, № 4, 2019, декабрь
Журнал основан в январе 2017 г.
Выходит 4 раза в год

Главный редактор
доктор географических наук
Ж.В. Кузьмина

Редакционный совет:
член-корреспондент Российской академии наук В.И. Данилов-Данильян,
академик Российской академии наук К.Н. Кулик,
член-корреспондент Российской академии наук В.В. Мелихов,
академик Российской академии наук А.С. Рулев

Редакционная коллегия:
М.В. Болгов, А.С. Викторов, М.Ф. Вундцеттель, А.Н. Гельфан, Е.И. Голубева,
Т.В. Дикарева, Л.Г. Емельянова, Н.Г. Мазей, Н.М. Новикова, Г.Н. Огуреева,
Е.И. Панкова, С.А. Подольский, Е.Г. Суслова

Ответственный секретарь:
Е.И. Тоболова

Заведующий редакцией:
О.С. Гринченко

Адрес редакции:
Россия, 119333 Москва, ул. Губкина, д. 3, ИВП РАН
Телефон: (499) 135-70-41. Факс: (499) 135-54-15
E-mail: dynamics-journal@yandex.ru
http://www.ecosystemsdynamic.ru

Москва

2019

© 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 – ВИНИТИ,
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 3, номер 4, 2019 декабрь

МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Опыт лесомелиорации экосистем песчаных массивов Терско-Кумского междуречья
[на русском; аннотация на русском и английском]

Г.А. Сурхаев, И.Г. Сурхаев, К.Н. Кулик, Г.П. Стародубцева 5-23

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Пространственно-функциональная неоднородность поствырубочных сообществ
в южной тайге (Центрально-Лесной заповедник)
[на русском; аннотация на русском]

Т.Ю. Ивлева, Н.Б. Леонова 24-52

Spatial-Functional Heterogeneity of Post-Cutting Communities
in the Central Forest State Biosphere Reserve
[на английском; аннотация на английском]

T.Yu. Ivleva, N.B. Leonova 53-79

ГЕНЕЗИС ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Карбонатный профиль как генетический показатель каштановых почв Монголии
[на русском; аннотация на русском и английском]

Е.И. Панкова, И.А. Ямнова 80-98

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОХРАНА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Распространение аллергенных растений на территории России и Казахстана:
проблемы изучения и некоторые результаты
[на русском; аннотация на русском]

Т.В. Дикарева, В.Ю. Румянцев, В.В. Щербакова 99-132

Distribution of Allergenic Plants on the Territory of Russia and Republic
of Kazakhstan: Problems of Studying and Some Results
[на английском; аннотация на английском]

T.V. Dikareva, V.Yu. Rumyantsev, V.V. Shcherbakova 133-162

Комплексное экологическое обследование государственного природного
заказника «Темповский» (Московская область, Талдомский городской округ)
[на русском; аннотация на русском и английском]

О.С. Гринченко, Д.Б. Кольцов, А.А. Хромов, Н.В. Мокиевский 163-191

CONTENTS

Volume 3, Number 4, 2019 December

METHODS OF SUSTENANCE AND RESERVATION OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Forest Reclamation Experience in Sandy Massifs Ecosystems of the Terek-Kuma Interfluve [in Russian; Abstract is available in English]

G.A. Surkhaev, I.G. Surkhaev, K.N. Kulik, G.P. Starodubtseva 5-23

STRUCTURAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS AND PATTERNS OF THEIR DISTRIBUTION

Spatial-Functional Heterogeneity of Post-Cutting Communities in the Central Forest State Biosphere Reserve [in Russian; Abstract is available in Russian]

T.Yu. Ivleva, N.B. Leonova 24-52

Spatial-Functional Heterogeneity of Post-Cutting Communities in the Central Forest State Biosphere Reserve [in English; Abstract is available in English]

T.Yu. Ivleva, N.B. Leonova 53-79

GENESIS OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Carbonated Soil Profile as a Genetic Indicator for Dry-Steppe (Chestnut) Soils of Mongolia [in Russian; Abstract is available in English]

Ye.I. Pankova, I.A. Yamnova 80-98

DISTRIBUTION AND PROTECTION OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Distribution of Allergenic Plants on the Territory of Russia and Republic of Kazakhstan: Problems of Studying and Some Results [in Russian; Abstract is available in Russian]

T.V. Dikareva, V.Yu. Rumyantsev, V.V. Shcherbakova 99-132

Distribution of Allergenic Plants on the Territory of Russia and Republic of Kazakhstan: Problems of Studying and Some Results [in English; Abstract is available in English]

T.V. Dikareva, V.Yu. Rumyantsev, V.V. Shcherbakova 133-162

Complex Ecological Research of the State Nature Reserve “Tempovsky”, Moscow Region, Taldomsky Urban District [in Russian; Abstract is available in English]

O.S. Grinchenko, D.B. Koltsov, A.A. Khromov, N.V. Mokiyevsky 163-191

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2019, том 3, № 4, с. 5-23

МЕТОДЫ ПОДДЕРЖАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 630:631:6

ОПЫТ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ ЭКОСИСТЕМ ПЕСЧАНЫХ МАССИВОВ ТЕРСКО-КУМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ[1]

© 2019 г. Г.А. Сурхаев*, И.Г. Сурхаев*, К.Н. Кулик, Г.П. Стародубцева*****

**Северо-Кавказский филиал Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН*
Россия, 356890, с. Ачикулак, ул. Пролетарская, д. 10. E-mail: achikylak356890@mail.ru
***Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН*
Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский просп., д. 97. E-mail: kulikkn@yandex.ru
****Ставропольский государственный аграрный университет*
Россия, 355017, г. Ставрополь, Зоотехнический пер., д. 12. E-mail: sgp_starodubtseva@mail.ru

Поступила в редакцию 09.08.2019. После доработки 02.09.2019. Принята к публикации 01.10.2019.

Терско-Кумские пески – это преимущественно древнеаллювиальные четвертичные отложения, занимающие около 800 тыс. га территории в пределах междуречья Терека и Кумы в западной аридной части Прикаспийской низменности. Работы по их облесению начаты в конце XIX века (1894-1895 гг.) с целью закрепления открытых песков и восстановления деградированных пастбищных угодий для степного животноводства в регионе.

Более века опыт мелиорации песчаных земель Терско-Кумского междуречья показывает высокую эффективность применения широкого ассортимента (более 100 видов деревьев и кустарников) древесных культур в формировании разнотипных защитных насаждений (узкополосные, кулисные, куртинные, массивные) для аграрного (окультуривание пастбищ, выращивание садов, виноградников, сеяных трав, бахчевых и др. богарных культур) и лесного (плантационные лесосырьевые, плодово-ягодные и листосборные насаждения хозяйственно-ценных культур) освоения «бросовых земель» – песков аридного региона.

По данным исследований, на обширной части междуречья (около 70% площади) пески обладают довольно значительной гумусностью (0.2-1.0%) и относительно высоким содержанием (25-40%) легко усваиваемых минералов (полевые шпаты, апатиты, слюды, амфиболы и др.), обогащающих почвогрунт элементами зольного питания. Однако некоторая засоленность песчаных почв и недостаток влаги в них являются сдерживающими факторами нормального роста и долголетия деревьев и кустарников вследствие денсации ГВ в капиллярной кайме и нарушения водного баланса древесных растений в онтогенезе.

Установлено, что рост и долголетие древесно-кустарниковых фитоценозов на Терско-Кумских песках зависят от степени обеспеченности помимо атмосферных осадков дополнительным источником (грунтовые воды) увлажнения почвы, доля которого в водном балансе должна составлять не менее 50-70%.

Ключевые слова: Терско-Кумские пески, лесомелиорация, облесение, защитные насаждения, лесные культуры, Бажиганский массив, аридный регион, робиния лжеакация, дуб летний,

[1] Работа выполнена по темам госзаданий НИР ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН "Теория и принципы создания агролесомелиолративных и лесохозяйственных комплексов в целях повышения продуктивности и экологической целесообразности агроландшафтов, защита почв от деградации и опустынивания в условиях техногенеза и глобальных изменений климата" № 0713-2014-0018 на 2014-2018 гг. и «Разработать научные основы, новые методы, модели и технологии эффективного лесомелиоративного освоения и многоцелевого использования низкопродуктивных и деградированных земель засушливой зоны Российской Федерации» №0713-2019-0002 на 2019 г.

закрепление песков, опустынивание, мелиорация песков.
DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10043

Цель работы – дать лесоводственно-экологическую и хозяйственно-экономическую оценку многолетнему опыту лесомелиорации экосистем массивов песков и перспективе развития защитного лесоразведения и комплексных мелиораций аридной территории.

Терско-Кумские пески, занимающие западную полого-грядохолмистую часть Прикаспийской низменности (около 800 тыс. га) в пределах междуречья Терека и Кумы, возникли в результате образования депрессии древне-каспийских и более поздних каспийских отложений, в составе которых большую часть занимают легкие аллювиальные наносы древних речных террас (Кулик, 1978). Песчаные почвы формировались на полимиктовой (полевые шпаты, апатиты, амфиболы, слюды и др.) цеолитной основе (Петров, 1987), в связи с чем пески относительно плодородны (гумус 0.2-1.0%) и кроме этого обладают значительными запасами пластовых грунтовых вод, доступных по глубине залегания (2.0-10.0 м) и степени минерализации (1-12 г/л). Указанные факторы весьма благоприятствуют лесоразведению на данных почвах, несмотря на высокую засушливость климата, выраженную малым количеством годовых осадков (250-350 мм), напряженным термическим режимом периода активной вегетации растений (до +44°С) и низкой влажностью воздуха (20-40%) территории (Кулик, 1963).

Пески междуречья геоморфологически обособлены в 4 массива: Терский – 610 тыс. га, Тереклинский – 60 тыс. га, Бажиганский – 50 тыс. га, Кумский – 80 тыс. га, и поэтому в мелиоративном плане различаются фитоэкологическим потенциалом, который используется лиственными и хвойными деревьями и кустарниками (Сурхаев, 2015а; рис. 1).

Лучшие эдафические условия роста и развития древесных интродуцентов имеют Терские, Тереклинские и Бажиганские пески, а худшей лесопригодностью отличаются пески Кумского массива из-за высокой засоленности грунтовых вод (25-40 г/л), в связи с чем их облесение ограничивается участием только галофитной кустарниковой и кустарничковой растительностью и хозяйственно они используются главным образом для отгонного животноводства (Краснопольская, 1963).

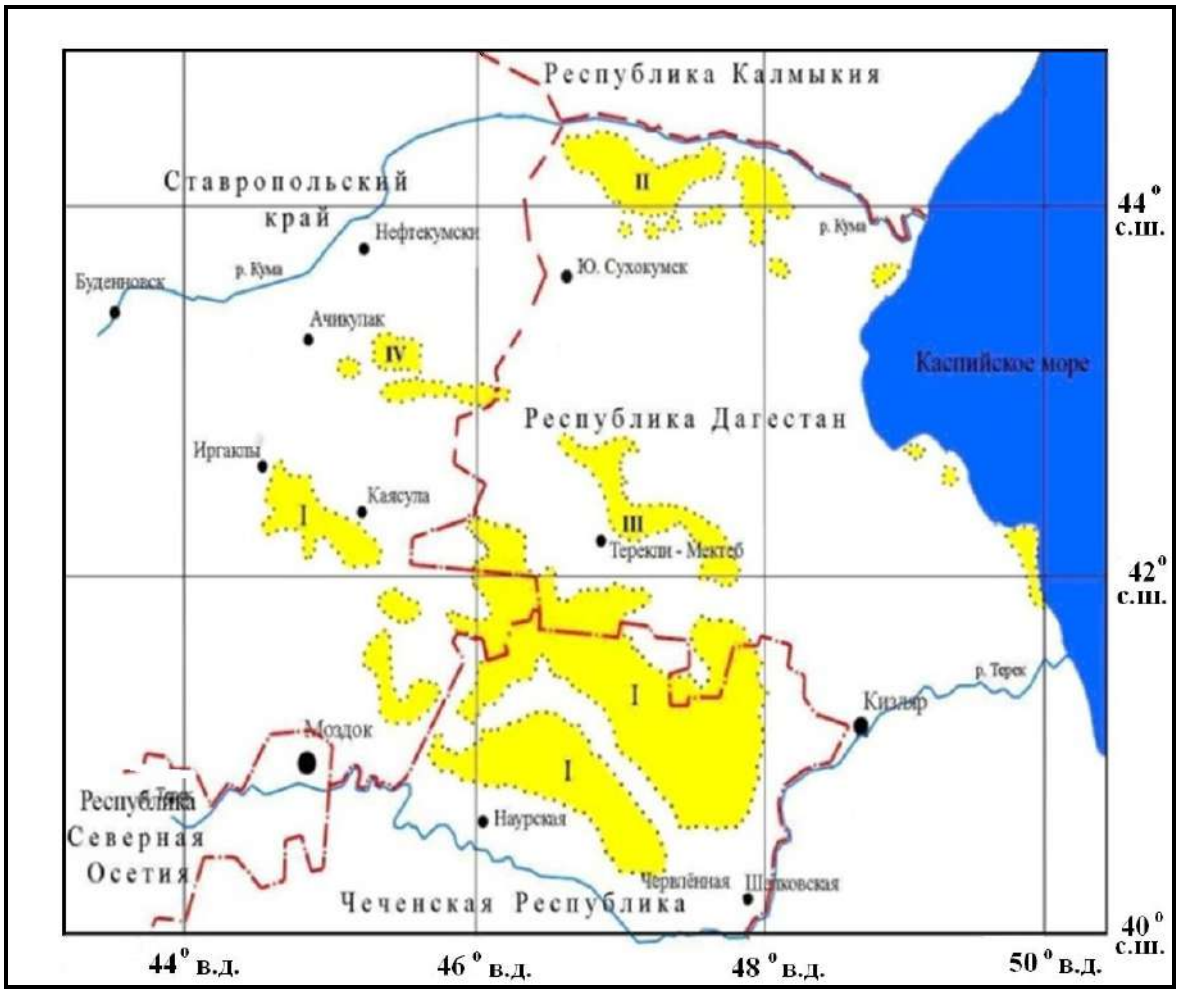
Краткая история борьбы с «летучими песками»

Степные и полупустынные ландшафты Терско-Кумских песков на протяжении тысячелетий служили ареной ведения кочевого животноводства. Однако произошедшая с середины XIX века постепенная его трансформация в оседлый тип использования с одновременно резко возросшим поголовьем скота в междуречье привели к неизбежной экологической катастрофе – массовому оголению и движению песков в результате копытного сбоя животными растительного покрова на большей части (около 60%) территории песчаных пастбищ (Лашкевич, 1949).

Первые результаты мер, спешно предпринятых царским правительством в конце XIX века (1894-1898 гг.), были получены лесничим В.И. Богоявленским, направленным Лесным департаментом из Санкт-Петербурга в Ачикулакское приставство. Под его руководством в период 1905-1909 гг. успешно разработаны приемы борьбы с «летучими песками» с использованием устилочно-черенкового способа посадки шелюги и тополя на подвижных песках, который впоследствии усовершенствовали в более эффективный с применением защит – валиков из тростника (Язан, 1953).

Об этом периоде лесовод В.Л. Глезденев (1913), возглавлявший песчано-овражную партию на Терско-Кумских песках в период 1912-1917 гг., напишет в своем очерке, что «начало борьбы с песчаным злом в инородческих степях было положено в 1895-1898 гг., когда в 7 верстах от ст. Ачикулак была заложена казенная шелюговая и осокоревая

плантация на площади 90 десятин». Посадочный материал (хлысты) этих пород, по сообщению А.С. Карасева (1928), завозился из селения Бешпагир Ставропольского уезда и Наурского казенного лесничества Терского округа (тополь черный).



Условные обозначения:

Границы регионов

Реки

Населённые пункты

Основные песчанные массивы: I - Терские; II - Кумские; III - Тереклинские; IV - Бажиганские

Рис. 1. Схематическая карта массивов песков Терско-Кумского междуречья.
Fig. 1. Schematic map of sand massifs of Terek-Kuma interfluve.

Работы по закреплению и облесению Терско-Кумских песков с организацией песчано-овражной партии лесного департамента с 1912 года стали регулярно проводиться не только на Бажиганских, но и на Терских песках с участием Наурского лесничества (Блохин, Блохина, 1998). Они выполнялись с возрастающими по годам объемами и не прекращались даже с началом первой мировой войны. Так, если до 1912 года за весь период облесения было посажено чуть более 900 га искусственного леса, то в последующие 5 лет объем посадок достиг 1248 га, в т.ч. из твердолиственных пород – 124 га, мягколиственных –

227 га. К этому времени относится создание первого виноградника на Бажиганских песках на площади 4.4 га (Гожев, 1930).

Применявшийся на начальном этапе способ облесения песков посадкой вначале шелюги, а затем тополя в ее междурядьях был не столь успешным, так как его насаждения быстро расстраивались в низкополнотные (0.3-0.4 м) и усыхали из-за значительной десукции почвенной влаги и сильного уплотнения их предшествующими культурами пескозакрепителями (Язан, 1955).

Этапы лесомелиорации песков

Лесомелиорация Терско-Кумских песков за многие годы ее осуществления претерпела «эволюционные» этапы развития.

Первый этап – период становления лесомелиорации – связан с началом пескозакрепительных работ в регионе (1894-1917 гг.) и разработкой с «чистого листа» приемов и технологий борьбы с сыпучими песками. В это время методом проб и ошибок лесоводы и практики утвердились в высокой эффективности и экономичности использования быстрорастущих ивовых и тополевых пород в закреплении и облесении подвижных песков Бажиганского и Терского массивов. Это было спонтанное начало мелиоративных работ в отсутствие научно обоснованных методов и способов их ведения, вызванное необходимостью скорейшего подавления очагов экологического бедствия в животноводческой Ногайской степи. Здесь в результате интенсивного сбоя скотом растительного покрова пастбищных угодий на хрупких малосвязных почвах произошло катастрофическое движение оголившихся песков.

На этом этапе испытывался широкий ассортимент древесно-кустарниковых мелиорантов лиственных пород (разные виды ивовых, тополевых, плодовых и ягодных культур, дуб черешчатый, робиния лжеакация, берест и др.; Тускиев, 1914). К этому времени (1915 г.) относится и первый удачный опыт создания хвойных культур на Терских песках (Арнаутская сосновая роща близ станицы Червлённой; Свиткин, Язан, 1953).

Однако многие культуры этого периода закладки отличались недолговечностью и начинали расстраиваться в низкополнотные (0.3-0.4) насаждения уже в молодом возрасте, не доживая 15-20 лет из-за несоответствия лесорастительных условий и несовершенства технологии их выращивания на песчаных почвах (Петров, 1981).

Второй этап лесной мелиорации в регионе – советский период времени 1925-1946 гг. В это время на Терских и Бажиганских песках объем создания древесных, кулисных, куртинных насаждений и посев кустарничковых пескозакрепителей превысил 17 тыс. га. На этих массивах усилиями Ачикулакского лесхоза площадь созданных разнопородных (тополь черный, гибридный, пирамидальный, вяз мелколистный, робиния лжеакация, дуб летний и др.) защитных древостоев достигла почти 2700 га (Кулик, 1960).

Третий этап наиболее активный и плодотворный (1949-1991 гг.). Развитие лесомелиорации песчаных массивов междуречья в этот период началось с претворения в жизнь постановления Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР», прозванного в народе «Сталинскй план преобразования природы». Продолжались масштабные мелиоративные работы и в 60-80-е годы прошлого столетия, вплоть до 1991 года – развала союзного государства.

На данном этапе значительно возросший объем пескозакрепительных и облесительных работ непосредственно связан с активной деятельностью и большим вкладом Ачикулакской научно-исследовательской лесоаграрной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института (НИЛОС ВНИАЛМИ) в разработку

научно обоснованных эффективных технологий закрепления песков. В первую очередь это глубокая посадка крупномерного посадочного материала с применением специальной лесомелиоративной техники и создание разнотипных по породному составу и конструкции формирования защитных насаждений на заросших песках с участием значительного ассортимента лиственных и хвойных пород-интродуцентов. Это стало возможным благодаря результатам фундаментальных исследований ученых опытной станции (Г.П. Язан, О.С. Краснопольская, Н.Ф. Кулик, Н.А. Смирнов, В.И. Петрова и др.) по изучению генезиса, водного и солевого режима песков обширной Терско-Кумской полупустыни. Главное достижение этого периода – обоснование теории комплексного освоения песков и создание устойчивых и продуцирующих агролесоландшафтов. Благодаря вкладу ученых объем работ по закреплению и облесению песков достиг рекордного уровня – свыше 30 тыс. га созданных защитных насаждений (Павловский, 2004).

Научно-экспериментальным достижением Ачикулакской НИЛОС ВНИАЛМИ, бесспорно, является разработанная в 70-е годы прошлого века агротехника выращивания культур сосны на Терско-Кумских песках (Кабалалиев, 1977). Из почти 80 гектаров опытных насаждений сосны крымской и обыкновенной, заложенных опытной станцией на Бажиганских и Терских песках в 70-80 годы прошлого столетия, до настоящего времени сохранились в здоровом состоянии почти 60 га кулисных и куртинных посадок в разных экотопах полимиктовых песков междуречья.

Другим крупным научным успехом того периода развития лесомелиорации признана технология создания лесопастбищ на открытых песках с использованием кустарникового пескозакрепителя – джузгуна безлистного. Он используется для их облесения и последующего залужения многолетними травами широких (5-6 м) междурядий культур в целях скорейшего пастбищного освоения мелиорируемых земель (Петров и др., 1986).

С середины 80-х годов прошлого века в Ачикулакской НИЛОС приступили к испытанию и адаптации некоторых наиболее морозостойких видов субтропических культур (унаби, хурма виргинская, мушмула германская и др.) в условиях меняющегося к потеплению аридного климата региона.

Успех их интродукции в новом биоклимате позволил впоследствии (1996-2012 гг.) разработать технологии размножения культуры и создания насаждений многоцелевого назначения.

Четвертый этап лесомелиорации связан с началом распада нашего союзного государства в 1991 году. К сожалению, он характеризуется как регрессивный и по большому счету продолжается по настоящее время. За прошедшие почти три десятилетия объем лесомелиоративных работ на территории Терско-Кумских песков не превысил 15 тыс. га, и в них значительную долю (около 70%) занимает фитомелиоративное залужение песчаных пастбищ.

Причина такой удручающей ситуации – мизерное государственное финансирование столь экологически и экономически важных мероприятий, целью которых является улучшение состояния степного животноводства, богарного земледелия и окружающей среды, в которых, как известно, гектар лесонасаждений в год может поглотить до 6.5 т двуокиси углерода, до 70 т пыли из воздуха и выделить при этом в атмосферу свыше 4.5 т живительной массы кислорода (Мелехов, 1970). Тем не менее, в этот период проведены серьезные исследования фитоэкологии песков дистанционными методами. Разработана лесомелиоративная классификация пастбищ и осуществлено лесомелиоративное картографирование территории, изучены динамика деградации и восстановления экосистем под влиянием фитомелиорации (Кулик, 2004). Теоретически и экспериментально обоснована количественная оценка лесопригодности песчаных земель, рассмотрены особенности роста и питания культур сосны на песках аридной зоны (Манаенков, 2014).

Экология и долголетие защитных насаждений на песках

Ачикулакской НИЛОС в ходе многолетней (почти 80 лет) научно-экспериментальной деятельности на Терско-Кумских песках создан уникальный полигон (10202 га) защитного лесоразведения и комплексных мелиораций, где отрабатываются и внедряются эффективные технологии и модели борьбы с деградацией и опустыниванием аридных территорий Западного Прикаспия.

Из широкого ассортимента деревьев и кустарников, интродуцированных опытной станцией для целей пескозакрепления, массивного и полезащитного лесоразведения в Терско-Кумском междуречье, основными породами-лесомелиорантами стали дуб летний (*Quercus robur*), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia*), различные виды тополей (*Populus nigra, P. alba, P. piramidalis*), вяз приземистый (*Ulmus pumila*), сосна крымская (*Pinus pallasiana*), абрикос обыкновенный (*Armeniaca vulgaris*), лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*), джузгун безлистный (*Calligonum aphyllum*) и др.

В основном с их участием шло закрепление подвижных песков и создание различных видов защитных насаждений (массивные, кулисные, куртинные, узкополосные) для облесения, мелиорации пастбищных и других сельскохозяйственных угодий Терско-Кумского междуречья.

Природные условия междуречья и в особенности их влагоемкость и доступность ГВ оказывают существенное влияние на рост и долговечность деревьев и кустарников в создаваемых защитных насаждениях. Ниже приводится краткая оценка мелиоративного и экологического потенциала основных культур-мелиорантов Терско-Кумских песков.

Культуры дуба летнего (черешчатого)

Опытные культуры дуба в пределах полигона занимают сравнительно небольшую площадь – 70 га. Они создавались на пологих и мелко-бугристых песках Бажиганского (1-я лесодача и 3-я лесодача) и Терского (Иргаклинская лесодача) массивов в разные периоды лесомелиоративных работ.

Первые насаждения дуба заложены в 1924-1926 гг. на территории нынешней 1 лесодачи (фото 1), на предварительно закрепленных шелюговыми полосами пылевато-мелкозернистых песках (Кулик, 1979).

Позднее (1952-1954 гг.) его культуры закладывались на гумусированных песках Махмудской и Иргаклинской лесных дач. Эти уникальные насаждения дошли до наших дней и в целом по лесоводственно-таксационной оценке состояния находятся сейчас в удовлетворительном состоянии (табл. 1).

В сравнении с Бажиганскими песками лучшие таксационные показатели роста и развития дуба на Терских песках (фото 2) связаны с наличием в них неограниченных запасов доступных грунтовых вод (УГВ – 3.2 м, МГВ[2] – 0.4 г/л), дополняющих атмосферные осадки при влагопитании искусственных насаждений в аридных условиях выращивания.

Дуб летний (черешчатый) в защитном лесоразведении Терско-Кумских песков является одним из лучших по экоустойчивости и долговечности пород лесомелиорантов. Однако медленный ювенильный рост и сложная агротехника выращивания пока остаются непреодолимым барьером на пути к широкому внедрению культуры в облесении земель аридного региона.

Культуры робинии лжеакации

Робинии являются доминирующими в лесомелиорации Терско-Кумских песков. Более века опыт культуры робинии в лесомелиорации песчаных земель междуречья показывает

[2] МГВ – минерализация грунтовых вод.

универсальность ее мелиоративного потенциала использования: от закрепления и облесения подвижных песков до создания насаждений многоцелевого назначения (массивные, кулисные, куртинные, узкополосные, плантационные, специального использования – таркальные, нектароносные и др.).

Фото 1. Искусственная 90-летняя дубрава на «Бажиганском» массиве Терско-Кумских песков.
Photo 1. Artificially created 90-year-old oak forest at the Bazhigansky Array of Terek-Kuma sands.

Таблица 1. Лесоводственная оценка состояния искусственных дубрав Ачикулакской НИЛОС на Терских и Бажиганских песках. **Table 1.** Forestry assessment of artificial created oak forests, provided by Achikulak research station for the Terek and Bazhigansky sands.

Месторасположение насаждений	**Площадь, га**	**Возраст, лет**	**Высота, м**	**Диаметр, см**	**Полнота**	**Бонитет**	**Запас, $м^3$/га**	**УГВ, м**	**МГВ*, г/л**
Бажиганский массив: 1-я лесная дача	37.5	92.0-94.0	8.0-10.0	26.0-38.0	0.4-0.7	III-IV	112.0	5.0-7.0	8.0-12.0
3-я лесная дача	31.3	78.0	10.0-12.0	32.0-42.0	0.6-0.7	III-IV	126.0	6.0-7.0	5.0-7.0
Терский массив: Иргаклинская лесная дача	1.5	66.0	14.0	36.0	0.8-1.0	II-III	148.0	3.2	0.4

Робиния лжеакация по солеустойчивости уступает дубу летнему и поэтому полнотные и высокобонитетные насаждения образует только на незасоленных или слабозасоленных слоистых гумусированных песках Терского и Бажиганского массивов, где их долговечность в лучших экотопах произрастания достигает 55-60 лет (фото 3).

Но по опыту Ачикулакской НИЛОС долголетие семенных древостоев можно продлить эффективным способом вегетативной трансформации (фото 4) через возобновительную рубку в насаждениях 1-го, а затем и 2-го порослевого поколения (Сурхаев, 2018а).

Фото 2. Плюсовое дерево дуба в 70 летних культурах.
Photo 2. High quality oak among 70-year-old trees.

Фото 3. Плюсовое дерево робинии в 50-летних культурах.
Photo 3. High quality locust tree among 50-year-old trees.

Фото 4. Робиниевые 26-летние насаждения порослевого поколения.
Photo 4. 26-year-old plantation of sprouts generation of locust trees.

Применение данного приема лесовосстановления позволяет сохранить на одном месте продуцирующие древостои робинии почти до 100-летнего возрастного рубежа (табл. 2).

На Терско-Кумских песках основным источником водопитания робиниевых культур служат грунтовые воды, так как накопленная в зоне аэрации влага атмосферных осадков полностью утилизируется вегетирующими деревьями до середины лета (Смирнов, 1963).

Таблица 2. Сравнительная оценка роста и долголетия семенных и вегетативных древостоев на Бажиганских и Терских песках Ачикулакской НИЛОС. **Table 2.** Comparative assessment of growth and longevity of seed and vegetative stands on Bazhigansky and Terek sands of Achikulak station.

Массив песков	Месторасположение насаждений	Площадь, га	Таксационные показатели и долголетие насаждений								
			Семенное (материнское)			Вегетативное (порослевое)					
						1 поколение			2 поколение		
			1*	2**	3***	1	2	3	1	2	3
Бажиганский	1-я лесная дача (кв. 20, выдел 2)	8.9	26.0	11.3	15.8	21.0	8.6	14.1	17.0	6.7	11.2
	3 лесная дача (кв. 78, выдел 7)	2.6	46.0	12.8	18.7	19.0	8.8	13.8	–	–	–
Терский	Иргаклинская лесная дача (кв. 98, выдел 15)	2.5	24.0	13.2	19.3	21.0	9.1	14.7	17.0	7.3	13.1

Примечания к таблице 2: 1* – возраст (лет), 2** – высота (м), 3*** – диаметр ствола (см).
Notes to table 2: 1* – age (years), 2** – height (m), 3*** – trunk diameter (cm).

Культуры тополей

В лесомелиорации Терско-Кумских песков нашли широкое использование многие виды тополей (черный, белый, пирамидальный, евроамериканский; Кулик, 1987). Они отличаются быстрым ростом и неприхотливостью к почвенному плодородию, но весьма влаголюбивы и поэтому наиболее эффективны в создании защитных насаждений на открытых песках, где имеются достаточные запасы доступных грунтовых вод по глубине залегания и их минерализации для формирования высокополнотных древостоев (фото 5), которые здесь доживают до 35-40 лет (Кулик, 1959). По уровню долголетия они уступают другим основным породам-мелиорантам: дубу, робинии, вязу и сосне, но превосходят лох, джузгун, тамарикс и некоторые другие деревья и кустарники, используемые в лесомелиорации песков (Петров, 1970).

Фото 5. Культуры тополя на Терских песках. **Photo 5**. Poplars culture on the Terek sands.

Чаще других пород-мелиорантов тополя используются в облесении подвижных песков, в связи с высокой приживаемостью, устойчивостью к выдуванию и засеканию песком и возможностью малозатратной трансформации их насаждений в другие продуктивные угодья (лесопастбищные, кормовые, бахчевые и др. культуры; Петров, 1970).

С наступлением суховершинности деревьев продлить долговечность тополевников на 30-40% можно возобновительной рубкой формирования вегетативных древостоев.

Хвойные культуры

В многолетней истории лесомелиорации песков междуречья есть опыт участия и некоторых хвойных видов интразональной растительности, в числе которых сосна крымская, обыкновенная, можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) и виргинский (*J. virginiana*).

Первый успех создания культур сосны отмечен в 1915 году на Терских песках близ станицы Червлённой. До настоящего времени сохранилось небольшое урочище (0.5 га), получившее местное название «Арнаутское». По данным многолетней мониторинговой

оценки (Сурхаев, 2018б), в 100-летнем насаждении сохранилось 95 растущих и плодоносящих деревьев сосны крымской и австрийской, с хорошей очищаемостью стволов, высотой 14.7 м и диаметром стволов 29.3 см (табл. 3), крона которых из-за возраста приняла зонтикообразную, почти плоскую форму.

Таблица 3. Мониторинг состояния Арнаутской сосновой рощи по возрастным периодам наблюдений. **Table 3.** Monitoring of the Arnaut pine grove state by the age periods of observations.

№ п/п	Лесоводственная характеристика древостоя	Годы возрастных наблюдений насаждения				
		1926	1952	1977	2011	2015
		молодое	приспевающее	спелое	перестойное	
1	Количество растущих деревьев, шт.	400				95
2	Средняя высота, м	4.6				14.7
3	Средний диаметр ствола, см	6.1				29.3
4	Высотный размер кроны, м	4.0-4.5	5.5-6.5	4.5-5.5	3.0-3.4	3.0-3.5

Феномен успешного роста и долголетия уникальной сосновой рощи обусловлен наличием мощной доступной линзы пресных грунтовых вод в песках под искусственным насаждением.

После Арнаутской рощи в истории лесомелиорации Терско-Кумских песков были и другие немногочисленные попытки выращивания хвойных культур. Все они предпринимались Ачикулакской опытной станцией. До наших дней сохранилась небольшая площадь (0.5 га) опытных культур можжевельника обыкновенного и виргинского, заложенных посевом семян в 1947 году на слоистых песках Терского массива (Каясулинская лесодача; фото 6). В настоящее время состояние их удовлетворительное, сохранилось почти 70% деревьев высотой 8-9 м, с диаметром стволов 16-22 см, в высокополнотных (1.0) загущенных (около 4000 шт./га) древостоях.

Наиболее старовозрастными лесомелиоративными объектами с участием сосны крымской и обыкновенной на Бажиганских песках являются урочище Язана, заложенное в 1954 году на песках с близким залеганием УГВ (2.5-3.5 м) 1-ой лесодачи (фото 7), и урочище Петрова (фото 8), созданное в 1966 году в межбугревом понижении песков 2-ой лесодачи. Свои местные названия они получили по именам инициаторов их создания.

В настоящее время в посадках сосны Язана происходит постепенное снижение прироста и отмирание деревьев. В 2007 году средняя высота древостоя составила 15 м, диаметр стволов – 23 см, а запас стволовой древесины – 166 $м^3$/га (Сурхаев, 2013).

Визуально лесоводственное состояние другого опытного насаждения оценивается как удовлетворительное ввиду отсутствия признаков кронового усыхания и повреждения стволовой части деревьев и наблюдаемого ежегодного прироста побегов и плодоношения сосен.

На ранних этапах лесомелиорации Терско-Кумских песков широкое внедрение культур сосны на песках междуречья сдерживалось отсутствием научно-обоснованных технологий выращивания ее посадочного материала и создания устойчивых насаждений в дефляционно-опасных, засушливых условиях региона. Но успех ее разработки (Кабалалиев, 1978), достигнутый Ачикулаской НИЛОС в 70-е годы прошлого века, позволил приступить к масштабным работам по лесоразведению сосны на Бажиганских и Терских песках, когда за неполных два десятилетия опытная станция заложила на своих экспериментальных полигонах около 80 га опытных культур сосны крымской и обыкновенной, которые значительной частью (около 80%) сохранились до сих пор в удовлетворительном состоянии.

Фото 6. Роща из можжевельника обыкновенного и виргинского на Терском песчаном массиве.
Photo 6. *Juniperus communis* and *J. virginiana g*rove on the Terek sand massif.

Фото 7. Урочище сосны «Язана» на Бажиганском лесном массиве.
Photo 7. "Yazan" natural boundary of pine trees in the Bazhigansky forest massif.

Фото 8. Роща сосны «Петрова» на слоистых Бажиганских песках.
Photo 8. "Petrov" natural boundary of pine trees in the Bazhigansky forest massif.

Создание устойчивых и долговечных насаждений сосны в аридных условиях региона возможно не только подбором экотопов с оптимальными эдафическими условиями для ее роста и развития, но и, прежде всего, тщательным соблюдением агротехнических приемов, направленных на накопление влаги в почве в ходе формирования молодых культур, и своевременным проведением лесоводственных уходов при их изреживании в постювенильный период развития древостоев.

Субтропические культуры

В Ачикулакской НИЛОС с начала 90-х годов прошлого века в связи с наступлением глобального потепления климата возникла необходимость изучения степени натурализации в условиях повышающейся среднегодовой температуры местности, некоторых наиболее морозостойких засухоустойчивых и хозяйственно-ценных видов субтропических плодовых культур для комплексной мелиорации песков и песчаных земель региона, в числе которых оказались унаби обыкновенный (*Ziziphus jujuba*; фото 9), хурма виргинская (*Diospyros virginiana*; фото 10) и гранат обыкновенный (*Punica granatum*; фото 11).

На основе результатов многолетних исследований и экспериментов были разработаны технологии размножения (получение семенного и вегетативного посадочного материала) и выращивания насаждений многофункционального назначения (плантационные плодовые и листосборные, мелиоративно-кормовые и рубежные; Сурхаев, 1996). Общая площадь опытных участков с унаби, созданных в разных экотопах песков, составляет 18.2 га.

В 2000-х годах на основе изучения биопродуктивного потенциала культуры унаби разработаны технологии переработки плодовой и листовой массы плантационных насаждений в 12 видов продукции натурального качества для пищевого и лекарственного назначения. Ее высокая ценность обусловлена большим количеством биоактивных веществ (витамины, органические кислоты, микроэлементы, слизи, фитонциды и др.) в плодах и листьях растений (Сурхаев, 1989). Весьма перспективна в фитомелиорации региона и другая скороплодная (плодоношение с 4 года роста), натурализированная в середине 90-х годов культура хурмы виргинской на интродукционном участке 1-ой лесодачи (Сурхаев, 2013).

Фото 9. Унаби обыкновенный в плантационной культуре.
Photo 9. *Ziziphus jujuba* in plantation culture.

Фото 10. Опытные насаждения хурмы виргинской на Бажиганских песках.
Photo 10. Experimental plantings of *Diospyros virginiana* on the Bazhigansky sands.

Фото 11. Опыт выращивания граната в траншейной культуре Ачикулакской НИЛОС.
Photo 11. Experience of pomegranate growing in the trench culture of Achikulak station.

На опытном участке она растет с 1996 года, отличается динамичным ростом (в 15 лет достигла 7.5 м высоты) и ежегодным плодоношением (в 10 лет ее урожайность составила 18-26 кг).

Культура весьма засухоустойчива на песках, но регулярный полив (8-10 раз за лето) поддерживает лучшее состояние и урожайность деревьев. Морозоустойчивость хурмы примерно такая же, как у унаби. Она успешно, без значительного обмерзания, противостоит понижению зимней температуры воздуха до -25-28°С, но более сильные морозы до -32°С могут повредить многолетнюю древесину на 30-50% и более (Сурхаев, 2015б). Однако экстремально низкие температуры такого уровня в пределах междуречья по многолетним данным случаются лишь раз в 15-20 лет с начала роста и плодоношения ее деревьев в насаждениях. Но за это время эксплуатации они могут сполна окупиться и принести значительную выгоду продукцией утилизации плодов и листьев в сухофрукты, фиточаи, настойки, сиропы, джемы и другие ценные пищевые продукты.

В данное время успешно ведутся многолетние (с 2012 года) исследования по разработке технологии выращивания укрывной культуры граната в термообеспеченной зоне Терско-Кумского междуречья (фото 11 и 12). Результаты их обнадеживают тем, что температурный режим теплого периода местности благоприятствует нормальному росту и плодоношению граната, но его низкая морозоустойчивость требует зимней защиты от ежегодно наблюдающихся здесь морозов ниже -15°С. Высокую эффективность траншейного метода укрытия граната подтверждают многолетние данные фенологического развития культуры (табл. 4).

Траншейный метод выращивания граната заключается в посадке саженцев в коробчатые прямоугольной формы земляные углубления имеющие размеры 2.0х0.6х0.6 м, в которых стенки укреплены прочной акациевой доской. Растения граната на зиму укрываются в них, пригибая и фиксируя ствол ниже поверхности почвы, а сверху траншеи накрываются крышками-настилами из той же древесины.

За три года плодоношения урожайность куста с 3-4 плодов возросла до 15-20 шт. со средним весом 150-220 г, а в переводе на 1 га масса плодового сбора достигает до 100 ц/га.

Плоды граната полностью достигают зрелости к середине октября, окрашиваясь в яркий светло-розовый цвет (Сурхаев, 2018в).

Таблица 4. Фенологические фазы развития граната в траншейной культуре.
Table 4. Phenological phases of pomegranate development in trench culture.

№ п/п	Фаза	Дата (число, месяц)	Продолжи-тельность, дни	Сумма активных температур на начало фазы, °С
1	Начало вегетации (распускание почек)	17.04	3	254
2	Цветение		67	
	- начало	5.06	3	1205
	- массовое	9.07	14	1831
	- конец	11.08	4	2684
3	Созревание плодов - начало	7.10		3991
	- массовое	16.10		4117
	- конец	22.10		11198
4	Листопад - начало	17.10		4132

Выводы

Более века опыт лесомелиорации дефляционно-опасных земель Терско-Кумского междуречья свидетельствует о ее высокой эффективности в борьбе с деградацией и опустыниванием экологически хрупких песчаных территорий региона.

Прошедший период ознаменовался непрерывным совершенствованием приемов и технологий закрепления, облесения и комплексного освоения песков и песчаных земель с использованием широкого ассортимента (более 100 видов) засухоустойчивых и хозяйственно-ценных видов лиственных и хвойных деревьев и кустарников – интродуцентов из умеренной и субтропической зон произрастания.

Разработанные и внедренные Ачикулакской НИЛОС ВНИАЛМИ технологии глубокой посадки в закреплении подвижных песков выращивания культур робинии лжеакации, тополей, вязов и других на заросших песках позволили в 60-80-х годах прошлого столетия значительно увеличить производительность и объемы этих работ в междуречье и сократить тем самым сроки их мелиоративной трансформации в продуктивные лесопастбищные угодья за счет одновременного залужения травами междурядий пескозакрепляющих культур.

Вслед за этим в 70-е годы разработанная Ачикулакской НИЛОС технология создания сосновых культур дала начало широкому внедрению хвойных культур в защитное лесоразведение Терско-Кумских песков.

К значительным достижениям мелиорации песков относятся освоенные в 50-60-х годах прошлого века технологии выращивания хозяйственно-ценных плодовых (абрикос, алыча, слива, яблоня, груша и др.) и ягодных (виноград, смородина, вишня, черешня и др.) культур на песках Бажиганского массива (1-ая лесная дача).

На современном этапе на Терско-Кумских песках весьма актуальны работы по

разработке и внедрению технологий создания листосборных насаждений субтропических культур унаби, хурмы и граната в целях производства фиточайной продукции, а также выращивания граната в укрывной культуре, для получения плодовой пищевой продукции в условиях высокой термообеспеченности кустарниковых и древесных мелиорантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Блохин Н.Ф., Блохина Т.И. 1998. Лес и степь. Ставрополь. 206 с.

Глезденев В.Л. 1913. Очерк работ по укреплению сыпучих песков в Ачикулакском приставстве Ставропольской губернии // Сборник ежегодник лесного департамента. СПб. 127 с.

Гожев А.Д. 1930. Типы песков западной части Терско-Дагестанского массива и их хозяйственное использование. Л.: Госиздат. 206 с.

Кабалалиев В.И. 1977. Культуры сосны на Терско-Кумских песках // Сборник научных трудов ВАСХНИЛ. М.: Колос. С. 83-88.

Кабалалиев В.И. 1978. Агротехника выращивания культур сосны на Терско-Кумских песках. Волгоград: ВНИАЛМИ. 22 с.

Карасев А.С. 1928. Лесомелиорация в бассейне реки Терека // Материалы Терводкома и НКЗ Дагестанской АССР. Владикавказ. 42 с.

Краснопольская О.С. 1963. Природные условия Ногайской степи // Сборник научных трудов по освоению Терско-Кумских песков. Ставрополь. Вып. 1. С. 6-18.

Кулик Н.Ф. 1959. Режим грунтовых вод в Терско-Кумских песках в связи с их облесением // Облесение и освоение песчаных земель Юго- Востока. М.: Агропромиздат. С. 76-102.

Кулик Н.Ф. 1960. Краткое руководство по закреплению и облесению Терско-Кумских песков. Ачикулак. 35 с.

Кулик Н.Ф. 1963. Основные закономерности водного режима Терско-Кумских песков в связи с их облесением и хозяйственным освоением // Сборник научных трудов по освоению Терско-Кумских песков. Ставрополь. Вып. 1. С. 19-47.

Кулик Н.Ф. 1978. Рекомендации по комплексному освоению Терско-Кумских песков. Волгоград: ВНИАЛМИ. 41 с.

Кулик Н.Ф. 1979. Водный режим аридной зоны. Л: Гидрометеоиздат. 279 с.

Кулик Н.Ф. 1987. Лесомелиорация песчаных земель и их хозяйственное освоение. Новочеркасск: НИМИ. 52 с.

Кулик К.Н. 2004. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ. 248 с.

Лашкевич К.А. 1949. Терско-Кумские пески, их мелиорация и освоение. Грозный: Госиздат. 93 с.

Манаенков А.С. 2014. Лесомелиорация арен засушливой зоны. Волгоград: ВНИАЛМИ. 428 с.

Мелехов И.С. 1970. Многостороннее значение леса и использование его защитной роли // Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. Т. 2. М. С. 95-108.

Павловский Е.С. 2004. Энциклопедия агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ. С. 44-45.

Петров В.И. 1970. Особенности солевого режима под лесными насаждениями в Терско-Кумских песках // Бюллетень ВНИАЛМИ. Вып. 7 (59). С. 14-19.

Петров В.И. 1971. Солевой режим Терско-Кумских песков под защитными лесными насаждениями. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новочеркасск. 20 с.

Петров В.И. 1981. Биоэкологические основы размещения древесно-кустарниковой растительности на песках Юго-Востока // Мелиорация и хозяйственное освоение песков засушливых областей. Волгоград: ВНИАЛМИ. С. 43-54.

Петров В.И., Зюзь Н.С., Манаенков А.С. 1987. Рекомендации по освоению Терско-Кумских песков. М.: ВАСХНИЛ. 33 с.

Петров В.И., Зюзь Н.С., Подгорнов А.С. 1986. Создание лесопастбищ на подвижных песках Юго-Востока европейской части СССР. Рекомендации. М.: Госагропромиздат СССР. 25 с.

Свиткин Е.С., Язан П.Г. 1953. Сосна крымская на Терских песках // Лес и степь. № 2. С. 136-138.

Смирнов Н.А. 1963. Агротехника создания лесных насаждений на Терско-Кумских песках // Сборник трудов по освоению Терско-Кумских песков. Ставрополь: Книжиздат. С. 69-90.

Сурхаев Г.А. 1989. Новая культура в освоении Терско-Кумских песков // Сборник трудов ВНИИТЭИ. № 11. С. 56-62.

Сурхаев Г.А. 1996. Интродукция унаби и создание его многоцелевых насаждений в Западном Прикаспии. Волгоград: ВНИАЛМИ. 12 с.

Сурхаев Г.А. 2013. Интродукция хурмы виргинской в Терско-Кумском междуречье // Материалы международной научно-практической конференции. Соленое Займище. С. 136-139.

Сурхаев И.Г. 2015а. Автореферат диссертации ... к.с.-х.н. Волгоград: ВНИАЛМИ. 22 с.

Сурхаев Г.А. 2015б. Оптимизация выращивания и использование интродуцентов унаби, хурмы и граната в фитомелиорации земель Терско-Кумского междуречья // Сборник научных статей. Волгоград: ВНИАЛМИ. С. 194-198.

Сурхаев И.Г. 2018а. Особенности формирования вегетативных древостоев *Robinia pseudoacacia* на Терско-Кумских песках // Лесной вестник. № 6. С. 144-151.

Сурхаев И.Г. 2018б. Вековой опыт хвойных культур в Западном Прикаспии на примере Арнаутской сосновой рощи //Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение. Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: ВНИАЛМИ. С. 331-333.

Сурхаев Г.А. 2018в. Рост и развитие укрывной культуры граната в Восточном Предкавказье // Вестник Башкирского ГАУ. № 4. С. 113-118.

Тускаев И.И. 1914. Краткий отчет о сыпучих песках Терской области и история борьбы с ними // Труды Первого Северо-Кавказского мелиоративного съезда, 19-25 января 1914 г. Новочеркасск. 39 с.

Язан П.Г. 1953. Опыт закрепления и облесения Терско-Кумских песков. Л.: Гослесбумиздат. 39 с.

Язан П.Г. 1955. Терско-Кумские пески их закрепление и использование в семенном и лесном хозяйстве. Грозный: Госиздат. 78 с.

FOREST RECLAMATION EXPERIENCE IN SANDY MASSIFS ECOSYSTEMS OF THE TEREK-KUMA INTERFLUVE

© 2019. G.A. Surkhaev*, I.G. Surkhaev*, K.N. Kulik, G.P. Starodubtseva*****

**North Caucasus Branch of the Federal Research Center for Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences*
Russia, 356890, Achikulak, Proletarskaya str., 10. E-mail: achikylak356890@mail.ru

*** Federal Research Center for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences*
Russia, 400062, Volgograd, Universitetsky Av., 97. E-mail: kulikkn@yandex.ru

****Stavropol State Agrarian University*
Russia, 355017, Stavropol, Zootekhnichesky Per., 12. E-mail: sgp_starodubtseva@mail.ru

Received August 09, 2019. Revised September 02, 2019. Accepted October 01, 2019.

Terek-Kuma Sands are mainly ancient alluvial quaternary deposits, occupying about 800 thousand hectares within the boundaries of the Terek and Kuma rivers interfluve in the western arid part of the Caspian Lowland. The afforestation of this territory was started in the late XIX century (1894-1895) in order to stabilize open sands and restore degraded pastures of the region for the livestock production.

For more than a century the sand melioration in this territory shows high efficiency of a wide range (more than 100 species of trees and shrubs) tree cultures usage in the formation of different protective plantings (narrowband, curtains, clumps, solid) for agricultural (pastures, gardens, vineyards, planted herbs, melons species and other rain crops cultivation) and forestry (timber plantation, fruit and plucking plantations of commercially valuable crops) development of "waste lands", i.e. the arid sands of the region.

According to some studies, on a large part of this interfluve territory (about 70% of it) sands have a fairly significant (0.2-1.0%) humus percentage and relatively high (25-40%) content of easily digestible minerals (feldspars, apatites, micas, amosites etc.), which enrich the soil with ash nutrition elements.

However, some salinity of sandy soils and lack of moisture are limiting factors for the normal growth and longevity of trees and shrubs due to the density of ground waters in the capillary fringe and water balance disturbance of trees under ontogenesis.

We found out that growth and longevity of tree-shrub phytocenosis on the Terek-Kuma sands depended on the degree of availability of additional source of soil moisture, such as ground water, aside from precipitation; and its share in the water balance should be at least 50-70%.

Keywords: Terek-Kuma sands, forest reclamation, afforestation, protective plantations, forest cultures, Bazhigansky Array, arid region, *Robinia leachate*, summer oak, sand stabilization, desertification, sand melioration.

DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10043

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2019, том 3, № 4, с. 24-52

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

УДК 574.45:574.47

ПРОСТРАНСТВЕННО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОСТВЫРУБОЧНЫХ СООБЩЕСТВ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ (ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ ЗАПОВЕДНИК)

© 2019 г. Т.Ю. Ивлева, Н.Б. Леонова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет
Россия, 119899, г. Москва, Воробьевы горы, ГСП-1. E-mail:nbleonova2@gmail.com

Поступила в редакцию 05.11.2019. После доработки 10.11.2019. Принята к публикации 15.11.2019.

Статья содержит результаты исследования пространственно-функциональной неоднородности растительности на вырубке на ранних стадиях сукцессии в подзоне южной тайги на основе крупномасштабного картографирования. Изучены поствырубочные сообщества и проведен учет их фитомассы на зарастающей вырубке в буферной зоне в Центрально-Лесном государственном биосферном заповеднике (Тверская область). Для составления картосхемы растительности вырубки проведена классификация растительных сообществ с группировкой по возобновляющемуся древесно-кустарниковому ярусу с учетом напочвенного покрова. Впервые для данной территории проведен анализ экотопических различий растительных сообществ вырубки на основе экологических шкал Л.Г. Раменского и составлены картосхемы среднего увлажнения и богатства почв в экотопах вырубки. Рассмотрена взаимосвязь проективного покрытия, высоты и прироста растений с их фитомассой, оценены запасы фитомассы на исследованной вырубке в целом и в разных типах сообществ, составлена картосхема распределения фитомассы на вырубке и рассчитаны суммарные значения запасов фитомассы для каждого типа. Максимальные значения фитомассы характерны для разнотравно-кипрейных и поствырубочных сообществ с подростом березы и осины в тех частях вырубки, которые расположены ближе к кромке леса. Полученные данные по приростам и по фитомассе в дальнейшем будут использованы для сопряженного анализа с данными пульсационных измерений составляющих параметров баланса углерода на вырубке, проводимых метеорологами. Таким образом, предполагается оценить вклад отдельных сообществ и видов растений в депонирование углерода на вырубке.

Ключевые слова: поствырубочные сообщества, пространственная структура, функциональная структура, экотопическая дифференциация, фитомасса.

DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10044

Процессы изучения восстановления растительности вырубок имеют давнюю традицию в отечественной науке (Мелехов, 1980; Крышень, 2006; Уланова, 2012). На современном этапе все большее значение приобретают работы по вкладу лесов и вырубок в баланс углерода (Исаев и др., 1995; Молчанов и др., 2017; Кудеяров, 2017; Amiro, 2001; Kimball, 1997). Леса России играют важнейшую роль в депонировании углерода, однако при рубках лес становится источником углерода и эмиссии углерода на вырубках продолжаются до 20 лет (Исаев и др., 1995). Анализируя временную изменчивость потоков CO_2 на сплошной вырубке, C.A. Williams с соавторами (2014) отмечали, что наиболее резкие изменения потоков CO_2 происходят в первые годы после рубки, когда экосистема становится устойчивым источником CO_2 для атмосферы. Вырубка леса приводит к значительным изменениям биогеохимических и биогеофизических процессов, и для лучшего их понимания необходимы детальные исследования структуры растительных сообществ.

Научные исследования по вкладу лесов и вырубок в баланс углерода на территории

Центрально-Лесного заповедника ведутся научным коллективом лаборатории биогеоценологии Института проблем экологии и эволюции РАН им. А.Н. Северцова (ИПЭЭ РАН) в течение ряда лет (Курбатова, Ольчев, 2017), включая наблюдения за потоками тепла, водяного пара и составляющими баланса углерода по методу турбулентных пульсаций несколько раз в сезон с использованием камерных газоанализаторов. Измерения на исследуемой вырубке были начаты в 2016 г., сразу же после завершения лесозаготовительных работ на выбранном участке. Результаты измерений потоков CO_2 за вегетационный период 2016 г. показали, что исследуемая свежая вырубка служила источником CO_2 для атмосферы в течение всего периода измерений (Курбатова, Ольчев 2017; Мамкин, 2017; Молчанов и др., 2017). Полученные исследователями данные говорят о том, что изначально вырубка становится источником эмиссии углекислого газа, но с возобновлением растительности, увеличением интенсивности фотосинтеза и накопления фитомассы объем этих эмиссий снижается. Очевидно, что характер возобновления растительности на вырубке, динамика продуцирования фитомассы в различных типах сообществ играют первостепенную роль в формировании структуры баланса углерода. Однако работы по изучению структуры растительности и накоплению фитомассы в растительных сообществах на данной вырубке до настоящего времени не проводились. Таким образом, *цель исследования* состояла в выявлении пространственно-функциональной неоднородности растительности вырубки на ранних стадиях сукцессии и отражение ее на серии крупномасштабных карт для дальнейшего сопряженного анализа с данными измерений параметров углеродного баланса.

Материалы и методы

Территория исследования лежит в границах охранной зоны Центрально-Лесного Государственного природного биосферного заповедника, который расположен в юго-западной части Валдайской возвышенности на территории Тверской области, в пределах Главного (Каспийско-Балтийского-Черноморского) водораздела Русской равнины (рис. 1а). Заповедник был учрежден 31 декабря 1931 года в целях сохранения в неприкосновенном виде уникальных южно-таежных лесов Центрального региона России и изучения естественных процессов, проистекающих в природном комплексе. Характер рельефа и подстилающих пород способствуют формированию переувлажненных почв и развитию процессов заболачивания как во всем заповеднике, так и на исследуемом участке. Сочетание гидротермических характеристик обуславливает преобладание переувлажнённых еловых лесов, которые при нарушениях, как правило, заменяются мелколиственными лесами из березы бородавчатой, осины обыкновенной, ольхи серой. В результате выраженной тенденции потепления климата увеличивается возобновление широколиственных пород деревьев (Центрально-лесной …, 2007).

Зональное положение территории заповедника трактуется по-разному в ботанико-географической и геоботанической литературе: согласно карте «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» под редакцией Г.Н. Огуреевой (1999), это подзона подтайги с восточноевропейскими елово-широколиственными, сосново-широколиственными, сосновыми лесами и грядово-мочажинными сфагновыми верховыми и травяными болотами; согласно «Геоботаническому районированию Нечерноземья европейской части РСФСР» (1989), заповедник расположен в Северодвинско-Верхнеднепровской подпровинции Североевропейской таежной провинции, *в полосе южно-таежных лесов*. Для южной тайги характерна смена ели берёзой и осиной в результате рубки леса. Характер лесовозобновления зависит не только от зонального положения вырубки, но и от целого ряда других факторов: особенностей рельефа, режима увлажнения,

состава и возраста исходного древостоя, структуры нижних ярусов вырубленного леса, техники лесозаготовки, степени сохранности подроста и др. (Мелехов, 1980; Крышень, 2006). Мониторинговые исследования на вырубках разных регионов отмечают сходную картину восстановления вырубок: увеличение видового богатства на первой стадии, постепенное его снижение и замещение внедрившихся луговых видов исходными лесными; темпы и характер формирования подроста при этом находятся в зависимости от лесорастительных условий на конкретной территории (Крышень, 2007; Леонова 2000; Леонова, Горяинова, 2011; Уланова, 2007).

Исследуемая вырубка расположена в пределах охранной зоны в южной части заповедника, географические координаты центра вырубки: 56° 30' с.ш., 32° 53' в.д. (рис. 1б, фото 1). Охранная зона предназначена для снижения антропогенного пресса на территорию заповедника, для изучения динамики изменения природных комплексов под воздействием хозяйственной деятельности человека и является переходной зоной к режиму рационального использования биологических ресурсов. Вырубка была проведена на месте вторичного осиново-березово-елового леса в 2016 г., имеет в целом овальную форму площадью около 4.5 га. Рельеф выровненный, с небольшим уклоном с запада на восток. Почва – дерново-слабоподзолистая глееватая. Исследования восстановления растительности проведены летом 2019 г.

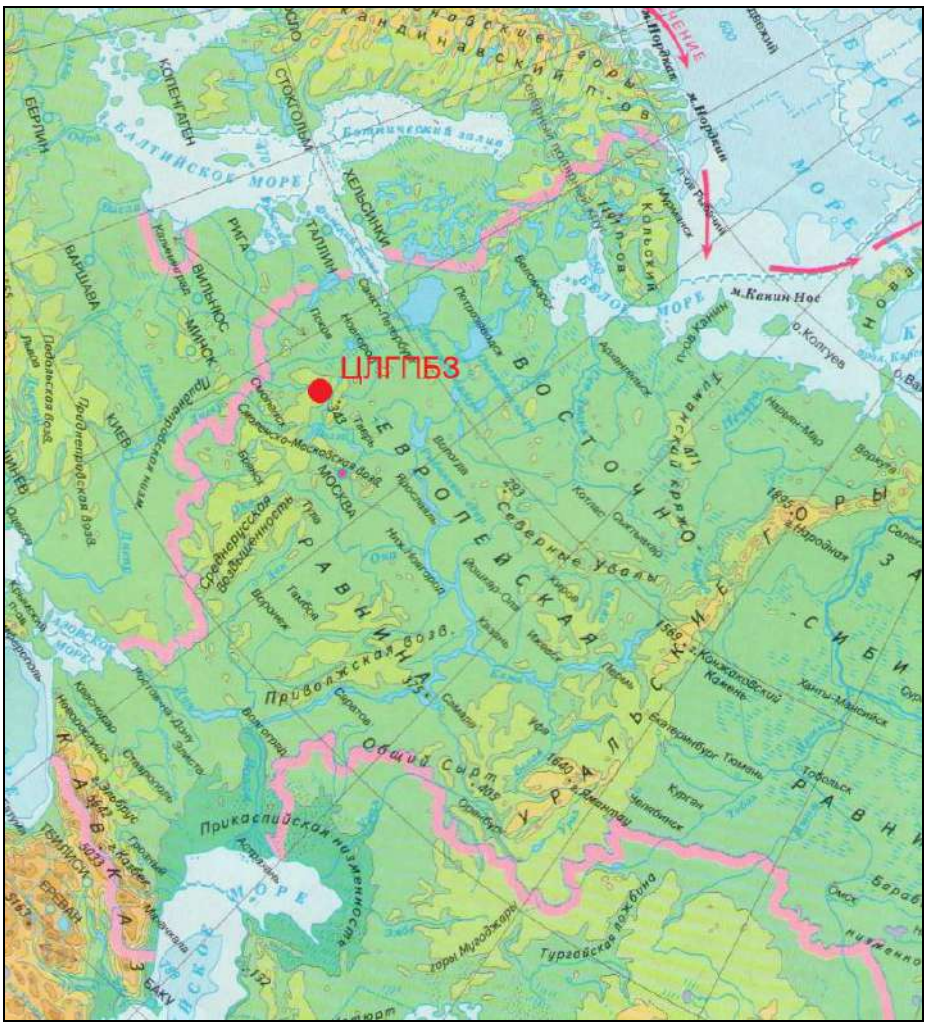


Рис. 1а. Местоположение Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника на Русской равнине.

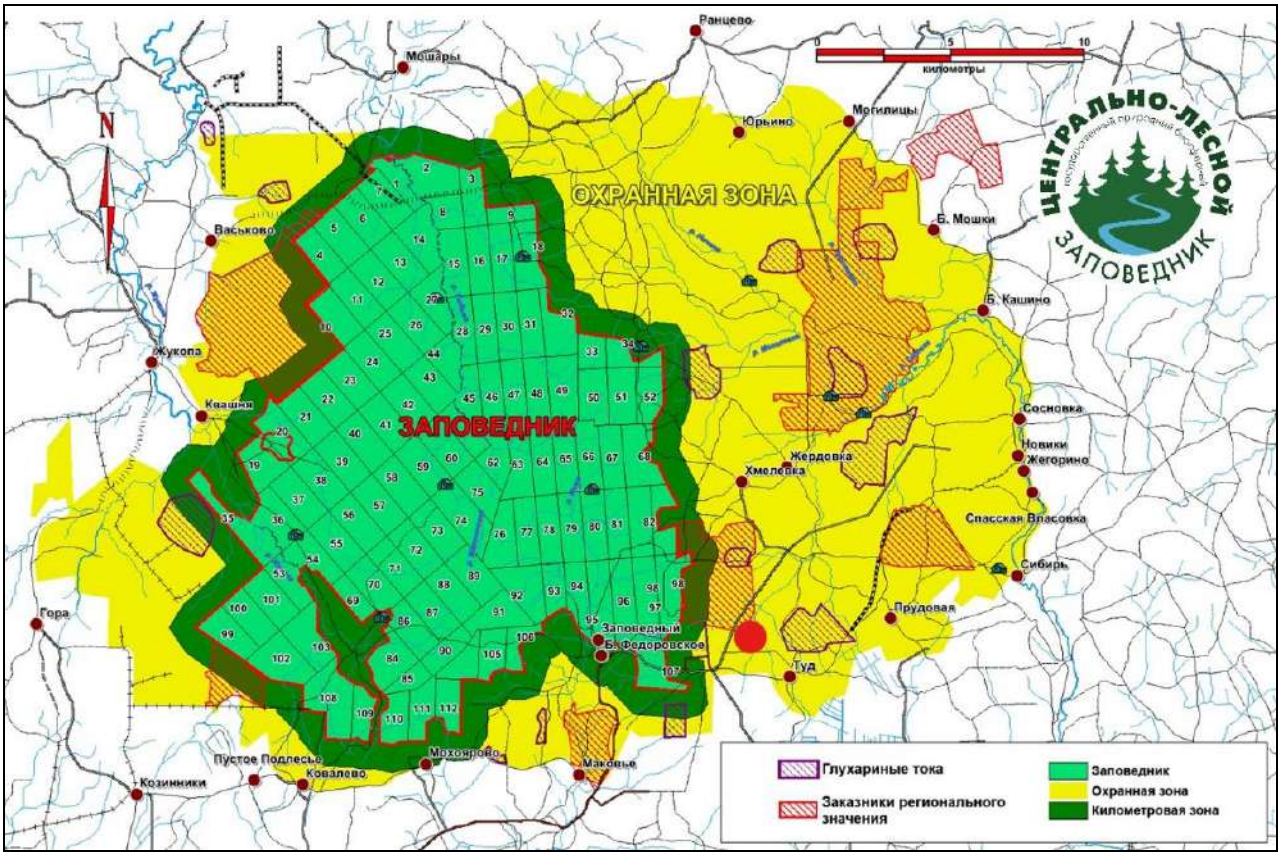


Рис. 1б. Функциональное зонирование территории заповедника, красной точкой обозначено положение исследуемой вырубки (Официальный сайт …, 2005).

Для изучения растительности и продукционных процессов на исследуемом участке вырубки было заложено 6 трансект (рис. 2). Первая трансекта была заложена в направлении с юга на север, все последующие трансекты закладывались от исходной точки (мачта с метеоустановкой) под углом 30°, за исключением одной, направленной на юг. Длина трансект определялась расстоянием от исходной точки до границы леса и продолжалась еще на 50 метров в лес (фото 2). Полные геоботанические описания проводились вдоль трансект на площади 10х10 метров по стандартной методике с указанием покрытия видов по шкале Браун-Бланке. Полные геоботанические описания выполнялись дважды – в июне и в начале августа. В обработку включено 48 геоботанических описаний для вырубки и 20 для лесных сообществ.

Через каждые 10 метров закладывались учётные площадки размером 50х50 см для учета высоты растений и фитомассы (68 площадок). Для каждой площадки составлен полный список видов сосудистых растений, для каждого растения производилось не менее 10 измерений высоты в пределах площадки (если количество растений было меньше десяти, то измерялись все произрастающие на площадке экземпляры). Измерения выполнены в трёхкратной повторности – во второй половине июня (15-26 июля), в начале августа (1-4 августа) и в конце (28-31 августа).

Запас надземной фитомассы определялся методом укосов на учетных площадках (фото 3). Травянистые растения и кустарнички срезались на уровне границы зеленой и бурой частей мхов. Лишайниково-моховая дернина вырезалась ножом. В камеральных условиях укосы были разобраны по видам, при невозможности определения срезанного материала – по жизненным формам (деревья, кустарники отдельно по фракциям: стволы, ветви и листья)

и кормовым группам: злаки, осоковые, разнотравье, кустарнички (по видам), лишайники, мхи. Мортмасса также взвешивалась. Материал высушивался до воздушно-сухого состояния и взвешивался на электронных весах с точностью до 0.1 г. По плану работ лаборатории биогеоценологии ИПЭЭ РАН была выполнена съёмка вырубки с квадрокоптера, в результате которой получен снимок исследуемой территории с разрешением 2 см/пикс. и географической привязкой. В дальнейшем этот снимок использовался для дешифрирования сообществ и составления картосхем исследуемой территории.

Фото 1. Общий вид вырубки и площадка метеонаблюдений (здесь и далее фото Т.Ю. Ивлевой).

Классификация производных растительных поствырубочных сообществ вырубки проведена по доминантам травяно-кустарничкового яруса и по доминантам подроста древесно-кустарниковых пород. В названии выделов растительности отражён как состав травяного яруса, так и начинающий формироваться древесный покров. Первоначально была составлена картосхема для одного сектора вырубки по материалам полевых геоботанических описаний и визуального дешифрирования снимка вырубки в программном пакете ArcGIS. Для составления картосхемы на всю территорию вырубки был использован инструмент обучаемой классификации в ArcMap: выбирались эталонные участки, для которых точно установлен тип сообщества, и на основе этих эталонов производилось автоматическое дешифрирование сообществ вырубки с последующей генерализацией вручную. На основе созданной картосхемы растительности выполнены картосхемы распределения общей фитомассы, отдельных видов – доминантов растительного покрова и экотопических условий. Обработка данных по фитомассе и приростам растений проведена в программе Microsoft

Office Excel. Таксономическая принадлежность, жизненные формы растений указаны по данным сайта «Открытый онлайн атлас-определитель ...» (2007). Экологическая ординация сообществ и оценка экотопов проводилась по шкалам Л.Г. Раменского (1956) по двум параметрам: богатство почв по условиям питания растений и увлажнение.

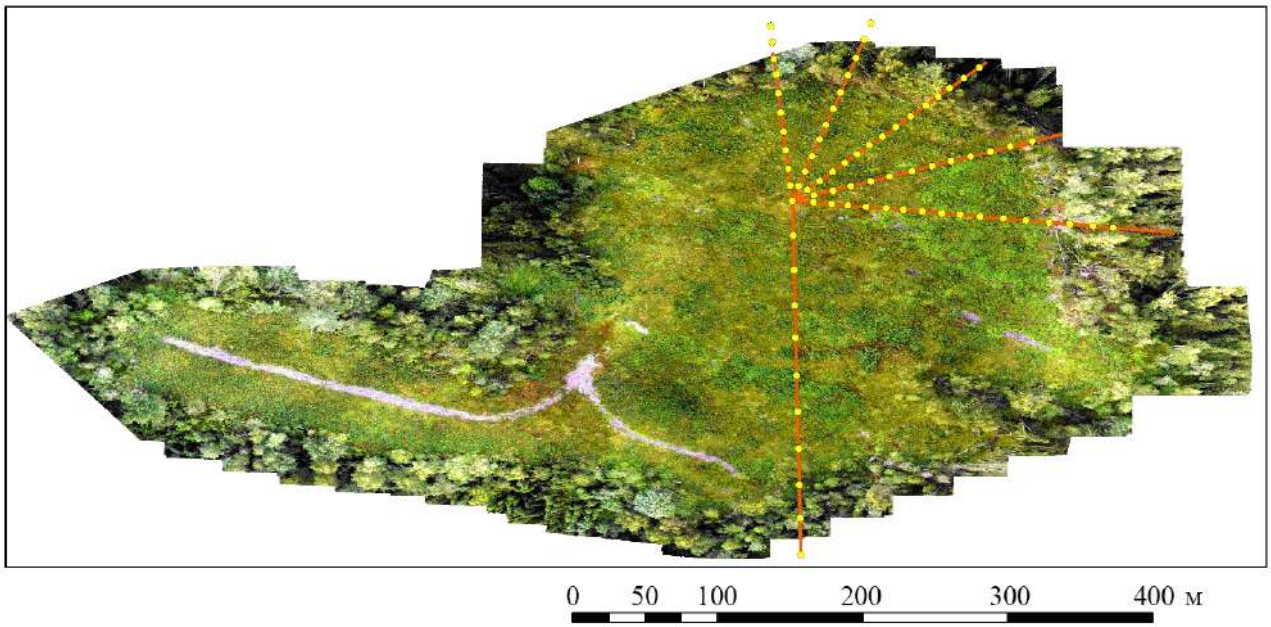


Рис. 2. Положение трансект и учетных площадок на исследуемой вырубке.

Результаты и их обсуждение

Структура растительных сообществ. Пространственная структура растительности на вырубке характеризуется внутренней мозаичностью, которая обусловлена разницей в микрорельефе, влажности почв, составе исходного лесного ценоза, расстоянии от кромки леса.

Наиболее типичные сообщества окружающего леса имеют сомкнутость крон не более 0.6. В главном древесном ярусе доминирует ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.) в сочетании с берёзой повислой (*Betula pendula* Roth). В подлеске доминируют рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.). Разреженный наземный покров формируют преимущественно кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), звездчатка жестколистная (*Stellaria holostea* L.) и ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.). Проективное покрытие составляет, как правило, не более 60%.

В результате классификации сообществ по доминантам травяно-кустарничкового яруса на вырубке выделено 7 групп типов производных сообществ и по доминантам древесно-кустарникового яруса – три группы сообществ (табл. 1). Всего выявлено 12 типов сообществ с характерной для каждого из них комбинацией доминантов травяно-кустарничкового яруса и подроста.

Распространение выделенных сообществ на вырубке показано на составленной картосхеме в соответствии с легендой, разработанной на основе классификации (рис. 3). Цветом отражены доминанты травяно-кустарничкового яруса, штриховкой – доминанты древесно-кустарниковых пород в возобновлении.

На основе карты рассчитаны площади, занимаемые на вырубке каждым типом сообществ (табл. 2). Ниже приводится описание всех производных сообществ восстанавливающейся вырубки.

Фото 2. Исходный березово-еловый лес.

А – группа сообществ с подростом осины и березы.

1а. Разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы расположены преимущественно ближе к кромке леса, но встречаются и в центральных частях вырубки. При этом занимают в большей степени западную, более возвышенную половину вырубки. Их площадь – 15919.5 м^2, что составляет 32% от всей площади, это наиболее распространенные сообщества на исследуемой территории (рис. 3, табл. 2).

Средняя сомкнутость подроста составляет 35%, местами достигает 60% и более. Основная порода – осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), высота которой варьирует от 1 до 1.5 м вблизи от кромки леса. Осина образует плотный подрост, в котором другие виды встречаются, как правило, единично или занимают не более 5% площади. Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 88%. В нём доминируют иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), зверобой пятнистый

(*Hypericum maculatum* Crantz), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.) и звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.). Средняя высота яруса – 50-60 см, иван-чай достигает высоты 110 см. Средняя видовая насыщенность – 33 вида. Мохово-лишайниковый покров в этих сообществах отсутствует.

Фото 3. Площадка учета фитомассы.

2а. Разнотравно-ситниковые с подростом осины и березы сообщества распространены небольшими фрагментами по всей территории вырубки, главным образом, в более увлажненных местообитаниях. Занимают 3419 м^2 (6.8% площади вырубки).

Средняя сомкнутость подроста составляет 35%, местами достигает 80% (фото 4). Средняя высота – от 1 до 1.5 м. В этих сообществах больше участие берёзы повислой (*Betula pendula* Roth), в большинстве описаний встречается и малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L). Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 80%, высота яруса – 60-70 см (до 120 см за счёт иван-чая). Здесь доминирует ситник развесистый (*Juncus effusus* L.), встречается много зверобоя пятнистого (*Hypericum maculatum* Crantz), звездчатки ланцетолистной (*Stellaria holostea* L.), бодяка разнолистного (*Cirsium heterophyllum* (L.), осоки заячьей (*Carex leporina* L. Hill), ожики волосистой (*Luzula pilosa* (L.) Willd.). Средняя видовая насыщенность – 35 видов. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

3а. Кипрейно-ситниковые с подростом осины и березы сообщества распространены в западной части вырубки с большим количеством порубочных остатков. Занимают 2195 м^2, что составляет 4.4% площади.

В этих сообществах формируется наименее сомкнутый подрост осины и берёзы – до 30%. Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 90%, высота яруса – 40-50 см, иван-чай достигает 120 см. Доминируют ситник развесистый (*Juncus effusus* L.) и иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), велико участие зверобоя пятнистого (*Hypericum maculatum* Crantz), ожики волосистой (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), земляники лесной (*Fragaria vesca* L.). Средняя видовая насыщенность – 32 вида. В некоторых описаниях отмечен мохово-лишайниковый ярус, занимающий около 6% площади.

Таблица 1. Производные растительные сообщества ранней стадии зарастания вырубки.

Индекс по легенде к картам	**Типы производных растительных сообществ вырубки**
	По доминантам наземного покрова
1	Разнотравные и разнотравно-кипрейные: *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Hypericum maculatum* Crantz, *Veronica chamaedrys* L., *Fragaria vesca* L., *Stellaria holostea* L.
2	Разнотравно-ситниковые: *Juncus effusus* L., *Hypericum maculatum* Crantz, *Stellaria holostea* L., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Carex leporina* L. Hill, *Luzula pilosa* (L.) Willd.
3	Кипрейно-ситниковые: *Juncus effusus* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.), *Stellaria holostea* L., *Carex leporina* L. Hill, *Luzula pilosa* (L.) Willd.
4	Щучково-ситниковые: *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Juncus effusus* L., *Hypericum maculatum* Crantz, *Carex leporina* L., *Luzula pilosa* (L.) Willd.
5	Разнотравно-щучковые: *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Melampyrum nemorosum* L., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Fragaria vesca* L., *Stellaria holostea* L.
6	Щучково-вейниковые: *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Stellaria holostea* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Luzula pilosa* (L.) Willd.
7	Ситниково-вейниковые: *Juncus effusus* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Hypericum maculatum* Crantz, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Luzula pilosa* (L.) Willd.
	По доминантам подроста древесно-кустарниковых пород
а	С подростом осины и березы: *Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth
б	С широколиственными породами в подросте: *Acer platanoides* L., *Corylus avellana* L.
в	Малиновые с рябиной и крушиной: *Rubus idaeus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill.

4а. Щучково-ситниковые с подростом осины и березы сообщества представлены в наименьшей степени среди группы сообществ с подростом осины и берёзы, они занимают лишь 263 м^2 (0.5% площади) – два небольших фрагмента в северной и южной частях вырубки.

Средняя сомкнутость подроста составляет 25%, местами достигает 50%. Высота в среднем 1-1.5 м. Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 92%, его высота 40-50 см. Доминируют щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.) и ситник развесистый (*Juncus effusus* L.), часто встречаются вейник тростниковый

(*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill), осока заячья (*Carex leporina* L.). Средняя видовая насыщенность – 33 вида. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

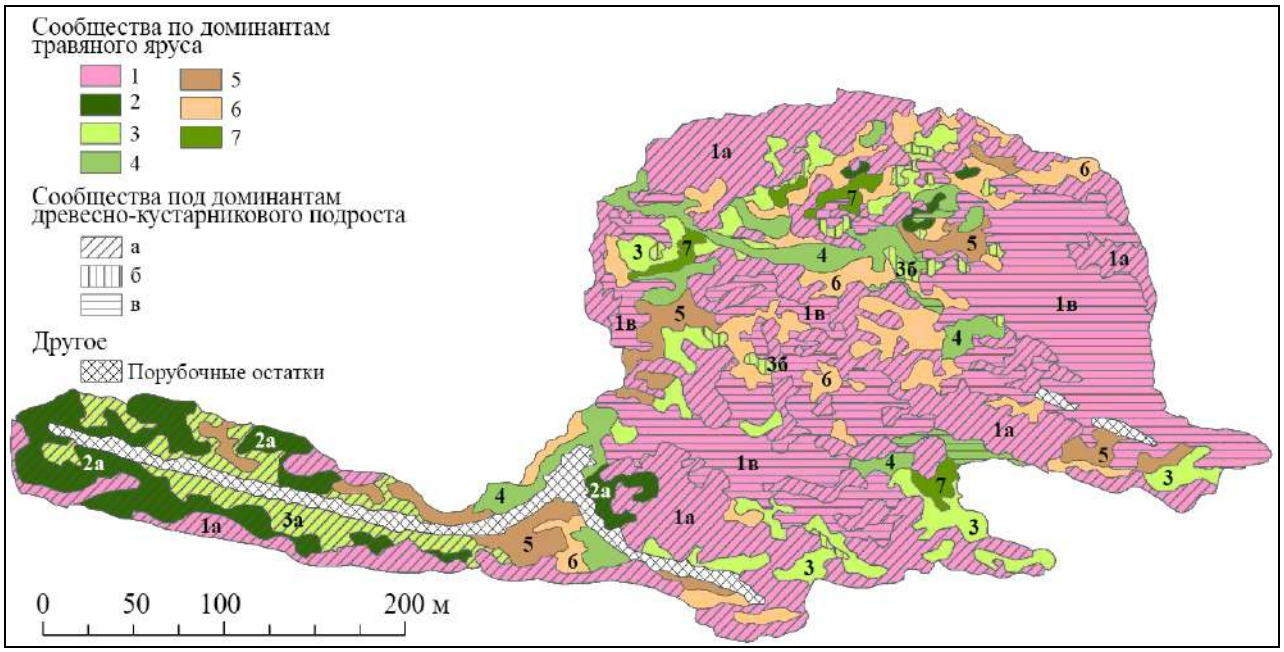


Рис. 3. Картосхема производных сообществ ранней стадии поствырубочной сукцессии. *Условные обозначения.* Типы сообществ по доминантам травяного покрова: 1 – разнотравные и разнотравно-кипрейные, 2 – разнотравно-ситниковые, 3 – кипрейно-ситниковые, 4 – щучково-ситниковые, 5 – разнотравно-щучковые, 6 – щучково-вейниковые, 7 – ситниково-вейниковые; типы сообществ по доминантам древесно-кустарникового подроста: а – с подростом осины и березы, б – с подростом широколиственных пород, в – с подростом малины и крушины.

Б – Группа сообществ с широколиственными породами в подросте.

3б. Кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте сообщества распространены небольшими фрагментами среди кипрейно-ситниковых сообществ, лишенных подроста, и занимают всего 662 м^2 или 1.3% площади.

Для этих сообществ характерна низкая сомкнутость подроста – около 10%. Доминируют клён остролистный (*Acer platanoides* L.) и лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), высота которых достигает 1.5-2 м (фото 5). Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 78%, средняя высота 40-50 см, иван-чай может достигать 140 см. Как и в других кипрейно-ситниковых сообществах, доминируют ситник развесистый (*Juncus effusus* L.) и иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), часто встречаются зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz), земляники лесная (*Fragaria vesca* L.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.). Средняя видовая насыщенность – 36 вида. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

В – Группа сообществ с подростом малины обыкновенной, рябины и крушины.

1в. Разнотравные и разнотравно-кипрейные малиновые с рябиной и крушиной сообщества распространены на более пониженных и увлажненных участках вырубки, чем разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы – у восточной границы леса и местами в центральных частях вырубки. Эти сообщества достаточно широко распространены – их площадь на вырубке составляет 11838 м^2 или 23.7%.

Сомкнутость подроста в среднем составляет 50%, ближе к лесу достигает 80%, его высота – 1-1.5 м. В подросте доминируют рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), крушина ольховидная (*Frangula alnus* Mill.) и малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), высота которой, как правило, не превышает 75 см. Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 73%, его средняя высота – 50-60 см. Доминируют иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz), также много звездчатки ланцетолистной (*Stellaria holostea* L.). Средняя видовая насыщенность – 30 вида. Мохово-лишайниковый ярус отмечен только в одном описании, его проективное покрытие не превышало 5%.

Таблица 2. Площади типов поствырубочных сообществ.

Индекс по легенде к картам	**Производные растительные сообщества вырубки**	**Площадь, м^2**	**Доля площади на вырубке, %**
1а	Разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы	15919.5	31.9
2а	Разнотравно-ситниковые с подростом осины и березы	3419.5	6.8
3а	Кипрейно-ситниковые с подростом осины и березы	2195.3	4.3
4а	Щучково-ситниковые с подростом осины и берёзы	263.3	0.5
3б	Кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте	662.6	1.3
1в	Разнотравные и разнотравно-кипрейные малиновые с рябиной, крушиной, ивой	11838.8	23.7
4в	Щучково-ситниковые малиновые с рябиной, крушиной, ивой	395.2	0.7
3	Кипрейно-ситниковые	3262.9	6.5
4	Щучково-ситниковые	2511.2	5.1
5	Разнотравно-щучковые	2484.2	4.9
6	Щучково-вейниковые	4278.3	8.5
7	Ситниково-вейниковые	649.5	1.3
	Порубочные остатки	2062.2	4.1
	Всего:	49943.2	100.0

4в. Щучково-ситниковые малиновые с рябиной и крушиной сообщества занимают совсем небольшую площадь – 395 м^2 (0.8%) в юго-восточной части вырубки на участке с небольшим количеством порубочных остатков.

В подросте доминируют рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), крушина ольховидная (*Frangula alnus* Mill.) и малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.). Сомкнутость древесно-кустарникового яруса не превышает 30% и формируется в большей степени за счет малины. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.) и ситник развесистый (*Juncus effusus* L.), часто встречаются иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill), осока заячья (Carex leporina L.), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.).

Фото 4. Подрост березы на зарастающей вырубке.

Травяные сообщества без сформированного древесно-кустарникового подроста представлены следующими типами.

3. Кипрейно-ситниковые сообщества занимают 3262 м^2 или 6.5% от площади вырубки. Как правило, они расположены ближе к кромке леса, чем другие травяные сообщества, и развиваются в более затененных местообитаниях.

В травяно-кустарничковом ярусе, сомкнутость которого более 90%, доминируют ситник развесистый (*Juncus effusus* L.) и иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), часто встречаются зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.). Высота травостоя в среднем составляет 50-60 см. Видовая насыщенность – в среднем 25 видов сосудистых растений. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

4. Щучково-ситниковые сообщества. По снимку хорошо заметна приуроченность этих сообществ к участкам с уплотненной почвой, по которым проходила лесозаготовительная техника. Они занимают 2511 м^2 (5% площади).

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет в среднем 95%, а высота – 40-50 см. Доминанты – щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.) и ситник развесистый (*Juncus effusus* L.). Помимо них достаточно обильны звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.), зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.). Средняя видовая насыщенность – 27 видов. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует. В этих сообществах встречается подрост, но он

имеет сомкнутость не более 10% и высоту менее 1 м. В основном он представлен крушиной ольховидной (*Frangula alnus* Mill.) и малиной обыкновенной (*Rubus idaeus* L.).

Фото 5. Подрост лещины *Corylus avellana* L.

5. Разнотравно-щучковые сообщества занимают наиболее нарушенные и уплотненные участки, распространены вблизи мест складирования порубочных остатков. Занимаемая ими площадь составляет 2484 м^2 (4.9%).

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 90%, высота – 30-40 см. Доминирует щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.), содоминанты – марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.). Густота подроста здесь около 15% достигается за счёт малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.), высота которой не превышает 1 м. Средняя видовая насыщенность –

32 вида. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

6. Щучково-вейниковые сообщества широко распространены во внутренних частях вырубки, занимая более возвышенные участки, менее нарушенные лесозаготовительной техникой. Это самые широко распространенные травяные сообщества вырубки, они занимают 4278 м^2 или 8.6% площади.

Густота подроста около 15%, также за счёт малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.). Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 95%, высота – 40-50 см. Доминируют вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth) и щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.), обильно встречаются также звездчатка ланцетолистная (*Stellaria holostea* L.), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta* (L.) Raeusch.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd). Средняя видовая насыщенность – 27 видов. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

7. Ситниково-вейниковые сообщества представлены небольшими фрагментарными участками во внутренних частях вырубки, в более пониженных и увлажненных элементах микрорельефа. Занимают 649 м^2 площади (1.3%). Густота подроста не более 10% формируется отдельными экземплярами рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), ивы пепельной (*Salix cinerea* L.). Среднее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 88%, высота – 40-50 см. Доминируют ситник развесистый (*Juncus effusus* L.) и вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), обильны также зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.) и щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.). Средняя видовая насыщенность – 30 видов. Мохово-лишайниковый ярус отсутствует.

Как видно из описания, биоразнообразие поствырубочных сообществ достаточно высоко – в пределах выявленных сообществ видовая насыщенность колеблется от 27 до 36 видов сосудистых растений на 100 м^2, что превышает разнообразие лесных сообществ. По данным разных авторов, максимальной видовой насыщенности сообщества вырубок достигают на второй год после рубки (Уланова, 2012; Леонова, 2000). Разнообразие экотопов, образующееся в процессе нарушения исходного растительного покрова и разработки вырубок лесозаготовительной техникой, позволяет прижиться большому числу видов, не характерных для исходных лесных сообществ (фото 6).

Дифференциация видов на доминанты и соподчиненные виды еще не завершена, однако на исследуемой вырубке уже можно выделить характерные виды, играющие значимую роль и встречающиеся почти на всей территории вырубки. Это такие виды, как ситник развесистый (*Juncus effusus* L.), вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.) и другие. В подросте доминируют осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), берёза повислая (*Betula pendula* Roth), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и крушина ольховидная (*Frangula alnus* Mill.). Эти виды встречаются в большинстве сообществ с высоким (III-V) классом постоянства (табл. 3).

Мозаичный наземный покров вырубки связан с разнообразием условий экотопов и непосредственно влияет на возобновление древесно-кустарниковых пород. Как было сказано выше, наибольшие площади занимают разнотравные и разнотравно-кипрейные сообщества с подростом и без подроста, которые в целом занимают 56% общей площади вырубки. Ближе к кромке леса в них формируется наиболее сомкнутый и высокий подрост, что свидетельствует о наиболее благоприятных условиях для возобновления березы и осины. Большие площади занимают сообщества с доминированием ситника: щучково-ситниковые, разнотравно-ситниковые, кипрейно-ситниковые. Вместе они занимают 25% площади и приурочены преимущественно к внутренним частям вырубки. Разнотравно-щучковые и

щучково-вейниковые сообщества занимают 5% и 9% площади соответственно и сформированы на месте самых нарушенных и уплотнённых участков с наиболее затрудненным возобновлением подроста.

Фото 6. Сивец луговой в разнотравном сообществе вырубки.

В составе и характере подроста также прослеживается мозаичность. Наибольшей высоты и сомкнутости он достигает около кромки леса, где благоприятны микроклиматические условия и близко расположены источники семян. Наибольшие площади на изучаемой вырубке занимают сообщества с подростом осины и берёзы (44%), четверть занимают малиновые сообщества с рябиной и крушиной (25%). Подрост широколиственных пород встречается фрагментарно и занимает лишь 1.3% площади. Таким образом, распределение и развитие древесно-кустарникового подроста в большой степени обусловлено условиями роста для всходов в различных типах наземного покрова (табл. 4).

Таблица 3. Классы постоянства наиболее распространенных видов растений исследуемой вырубки в некоторых типах сообществ.

Сообщества / Виды растений	1а*	2а	3а	1в	4	Всего по вырубке
Древесно-кустарниковый ярус						
Sorbus aucuparia L.	**IV****	**V**	**V**	**V**	**V**	V
Betula pendula Roth	**IV**	**IV**	**V**	**V**	**V**	V
Populus tremula L.	**V**	**V**	**V**	**IV**	**III**	IV
Rubus idaeus L.	**IV**	**IV**	II	**V**	**V**	IV
Corylus avellana L.	**V**	**IV**	**IV**	**III**	II	IV
Frangula alnus Mill.	**III**	**III**	**IV**	II	**V**	III
Травяно-кустарничковый ярус						
Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.	**V**	**V**	**V**	**V**	**V**	IV
Juncus effusus L.	**V**	**V**	**V**	**V**	**V**	IV
Hypericum maculatum Crantz	**V**	**IV**	**V**	**V**	**V**	IV
Stellaria holostea L.	**V**	**V**	**V**	**V**	**IV**	V
Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv.	**V**	**V**	**V**	**III**	**V**	IV
Luzula pilosa (L.) Willd.	**III**	**V**	**V**	**V**	**V**	V
Fragaria vesca L.	**V**	**V**	**V**	**IV**	**IV**	V
Cirsium heterophyllum (L.) Hill	**V**	**V**	**V**	**IV**	**IV**	IV
Veronica chamaedrys L.	**V**	**IV**	**IV**	**IV**	**IV**	IV
Dryopteris filix-mas (L.) Schott	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**IV**	IV
Potentilla erecta (L.) Raeusch.	**III**	**IV**	**III**	**IV**	**V**	IV
Solidago virgaurea L.	**IV**	**III**	II	**V**	**III**	IV
Agrostis tenuis Sibth.	**III**	**III**	**V**	**III**	**III**	IV
Carex leporina L.		**V**	**V**	**IV**	**III**	III
Ranunculus acris L.	**V**	**IV**	**IV**	**III**	**IV**	III
Calamagrostis arundinacea (L.) Roth	**III**	**III**	**IV**	**IV**	**IV**	III
Equisetum sylvaticum L.	**IV**	**IV**	**IV**	**III**	**III**	III
Maianthemum bifolium (L.) F.W. Schmidt	**IV**	**III**	II	**IV**	**III**	III
Epilobium montanum L.	**III**	**IV**	**V**	II	**III**	III
Campanula patula L.	II	**IV**	**IV**	**III**	**III**	III
Prunella vulgaris L.	**V**	**III**	II	II	II	III
Thalictrum aquilegiefolium L	**III**	**III**	II	**IV**	II	III
Carex vesicaria L.	II	**V**	**III**	II	**III**	III
Melampyrum nemorosum L.	V	**III**	**II**	I	**II**	III
Oxalis acetosella L.	IV	**III**	**II**	IV		III
Angelica sylvestris L.	IV	**III**	**III**	II		III
Circaea alpina L.		**IV**		V	**III**	III
Geranium pratense L.	V	**III**	**I**	I		II
Viola palustris L.	II	**II**	**II**	III	**IV**	II

Продолжение таблицы 3.

Виды растений \ Сообщества	1а*	2а	3а	1в	4	Всего по вырубке
Травяно-кустарничковый ярус						
Ajuga reptans L.	**IV**	II		II		I
Athyrium filix-femina (L.) Roth	**IV**	I		I		I
Vicia sepium L.	**IV**	II				I

Примечания к таблице 3. *Индексы сообществ даны в таблице 2. **Классы постоянства: I – вид участвует в 0-20% описаний, II – в 21-40%, III – в 41-60%, IV – в 61-80%, V – в 81-100%.

Таблица 4. Сомкнутость подроста в разных типах сообществ (%).

Виды растений \ Сообщества	1*	2	3	4	5	6	7
Рябина обыкновенная	10.3	1.5	1.6	1.7	1.0	1.8	2.0
Осина	18.3	21.1	6.9	5.4	5.0	2.6	10.5
Береза повислая	1.8	4.1	1.3	1.9	–	1.0	3.0
Клен остролистный	2.1	1.6	1.0	1.0	–	–	–
Крушина ольховидная	10.6	2.6	5.8	2.7	–	1.3	1.0
Малина обыкновенная	11.6	4.3	4.5	6.1	10.0	13.0	16.0
Лещина обыкновенная	3.6	4.8	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0
Ива пепельная	18.3	1.0	2.0	1.0	–	7.0	1.0
Калина обыкновенная	1.0	1.0	–	1.0	–	–	–
Ель европейская	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	–
Волчеягодник обыкновенный	–	–	1.0	–	1.0	1.0	–
Черемуха обыкновенная	–	1.0	1.0	–	–	–	1.0

Примечание к таблице 4. *Типы сообществ: 1 – разнотравные и разнотравно-кипрейные, 2 – разнотравно-ситниковые, 3 – кипрейно-ситниковые, 4 – щучково-ситниковые, 5 – разнотравно-щучковые, 6 – щучково-вейниковые, 7 – ситниково-вейниковые.

Данные таблицы подтверждают, что в разнотравных и разнотравно-кипрейных сообществах формируется наиболее сомкнутый и разнообразный подрост (до 80%), в котором преобладают осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), крушина ольховидная (*Frangula alnus* Mill.) и малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.). В разнотравно-ситниковых сообществах сомкнутость подроста несколько меньше, абсолютный доминант – осина обыкновенная (*Populus tremula* L.). В кипрейно-ситниковых сообществах сомкнутость подроста не превышает 20%, в нём также преобладает осина обыкновенная (*Populus tremula* L.). Примерно такая же сомкнутость подроста отмечена в щучково-ситниковых сообществах, здесь по-прежнему много осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), но доминирует малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.). В разнотравно-щучковых сообществах сомкнутость подроста не превышает 15% и достигается за счёт малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.). Возобновление древесных пород идет очень слабо. Аналогичная картина наблюдается в щучково-вейниковых и ситниково-вейниковых сообществах (в них чуть больше участие осины).

Из приведенных результатов очевидно, что условия возобновления древесно-кустарниковых пород находятся в тесной связи с составом напочвенного покрова, и что напочвенный покров является хорошим индикатором экотопических условий (Мелехов, 1980).

Экотопическая структура вырубки. Для того чтобы выявить дифференциацию экотопических условий на территории вырубки, был выполнен анализ экотопов на основе экологических шкал Л.Г. Раменского (1956). Использование экологических амплитуд видов растений, составляющих сообщество, дает возможность провести ординацию растительных сообществ в экологическом пространстве. Были использованы шкала увлажнения и шкала богатства почв, отражающая богатство почв питательными элементами для растений. Для некоторых групп сообществ были построены экологические ареалы (рис. 4, 5).

Наиболее широкую экологическую амплитуду относительно увлажнения имеют разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы (1а) и кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте (3б) сообщества. При этом только кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте сообщества приспособлены к наиболее сухим экотопам, соответствующим увлажнению сухих и свежих лугов и лесов.

Основная часть экологических ареалов всех рассматриваемых сообществ лежит в ступенях влажнолугового увлажнения, что характерно для южной тайги. Такие сообщества, как разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы, разнотравные и разнотравно-кипрейные малиновые с рябиной и крушиной, щучково-ситниковые с подростом осины и берёзы могут формироваться также в условиях сыролугового увлажнения. Относительно богатства почв все сообщества соответствуют небогатым (мезотрофным) почвам со слабокислой реакцией. При этом кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте (3б) и разнотравно-ситниковые с подростом осины и березы (2а) индицируют более трофные местообитания.

Сообщества без подроста соответствуют экотопам с влажнолуговым и сыролуговым увлажнением. В наиболее влажных местообитаниях формируются ситниково-вейниковые сообщества (они занимают небольшие понижения в северной и юго-восточной части вырубки). В более сухих биотопах формируются разнотравно-щучковые сообщества, они не встречаются в биотопах с сыролуговым увлажнением. Наиболее широкую экологическую амплитуду имеют щучково-вейниковые сообщества, так как их формирование в большей степени обусловлено высокой нарушенностью и уплотненностью почвенного покрова. Относительно богатства почв все травяные сообщества находятся примерно в одних условиях, в пределах ступеней небогатых мезотрофных слабокислых почв.

Расположение экотопов, различающихся по среднему баллу увлажнения и богатства почв представлено на картосхемах (рис. 6, 7), которые были использованы в дальнейшем для выявления условий продуцирования органического вещества на вырубке.

Функциональная структура сообществ вырубки. Результатом функциональной активности фитоценоза является первичная биологическая продуктивность, проявляющаяся в накоплении фитомассы. Для того чтобы охарактеризовать продукционные процессы, необходимы сведения о массе растений, их высоте, скорости накопления фитомассы, выражающейся в приросте растений, опаде и отпаде. Важно учитывать распределение этих параметров на территории вырубки в выделах сообществ, что дает возможность охарактеризовать функциональную структуру растительного покрова вырубки. Для исследования динамики фитомассы и продуктивности фитоценозов на вырубке использовалось два подхода: метод укосов с последующим разбором фитомассы на заложенных учётных площадках и трёхкратные измерения прироста высоты растений на тех же площадках.

Анализ данных об изменениях высоты растений позволил выделить группу видов, встречающихся на большей части заложенных площадок и дающих общий прирост за сезон. Значения их среднего прироста в пределах каждой трансекты и в среднем по вырубке представлены в таблице 5.

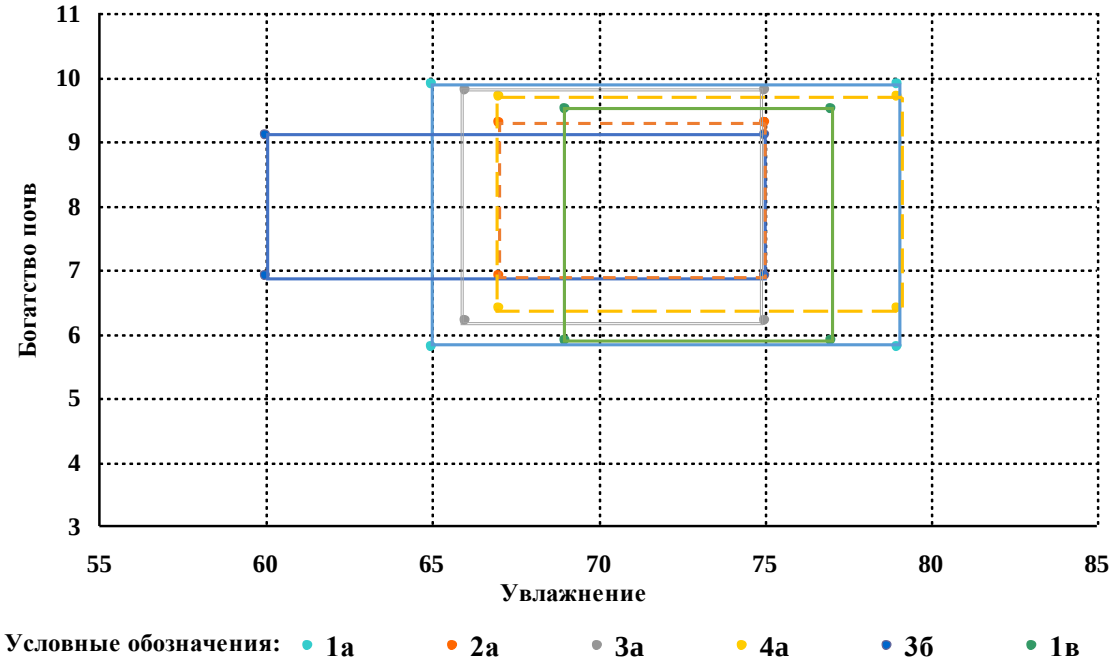


Рис. 4. Экологические ареалы поствырубочных сообществ с подростом. *Условные обозначения:* 1а-3б – индексы сообществ в соответствии с легендой таблицы 2.

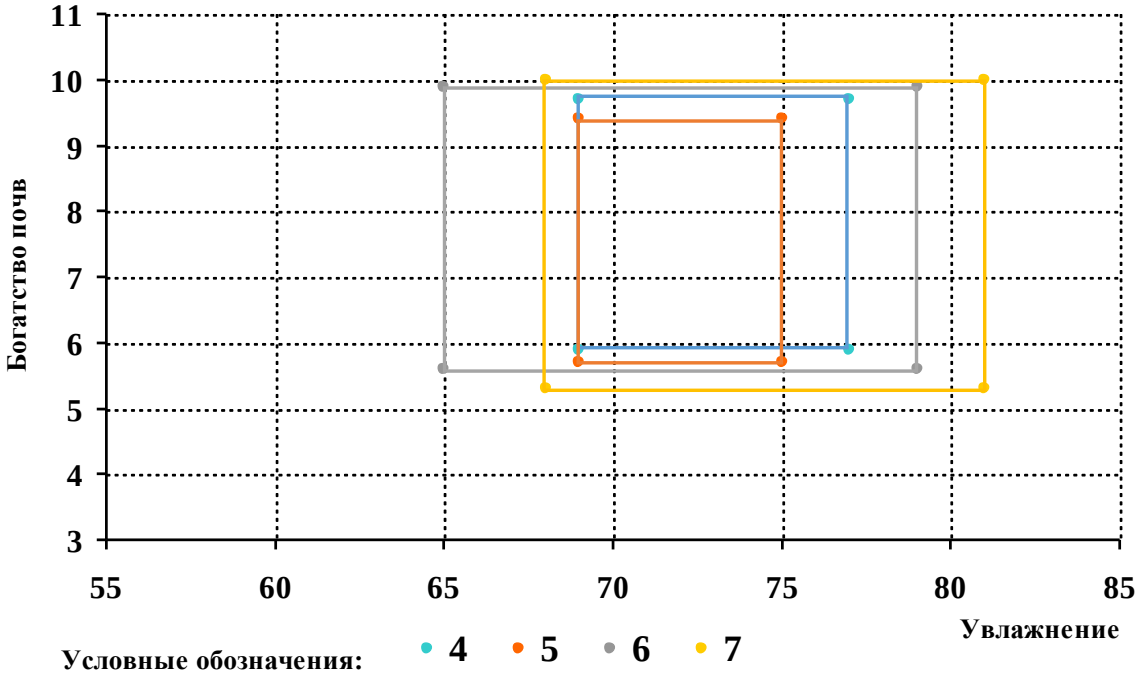


Рис. 5. Экологические ареалы травяных поствырубочных сообществ. *Условные обозначения:* 4-7 – индексы сообществ в соответствии с легендой таблицы 2.

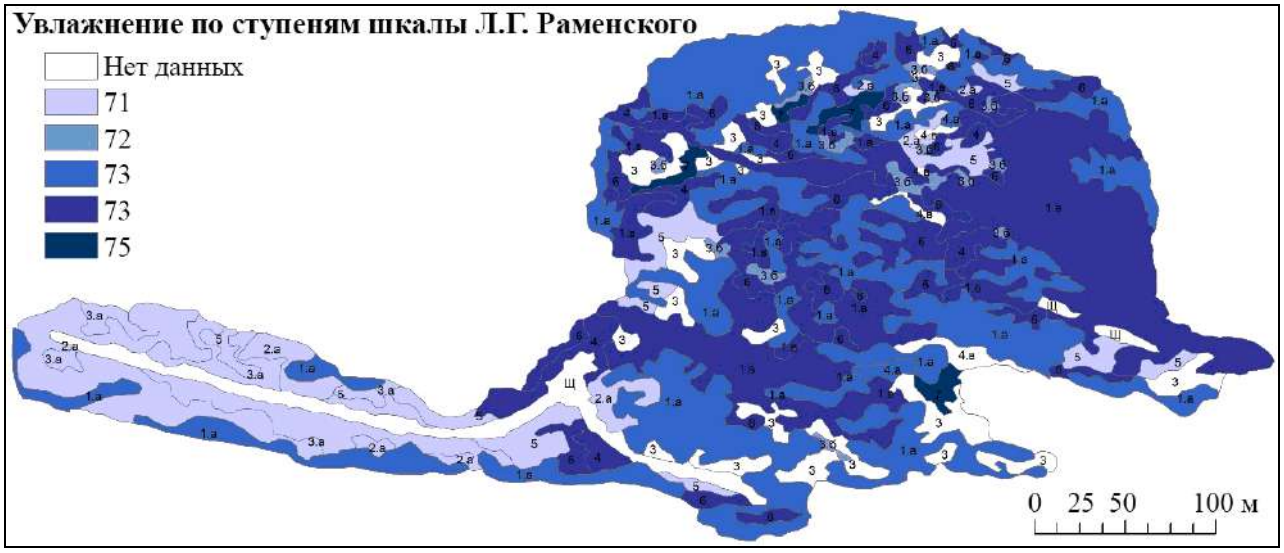


Рис. 6. Увлажнение в экотопах вырубки по ступеням шкалы Л.Г. Раменского (1956). *Условные обозначения:* индексы сообществ на картосхеме в соответствии с легендой таблицы 2.

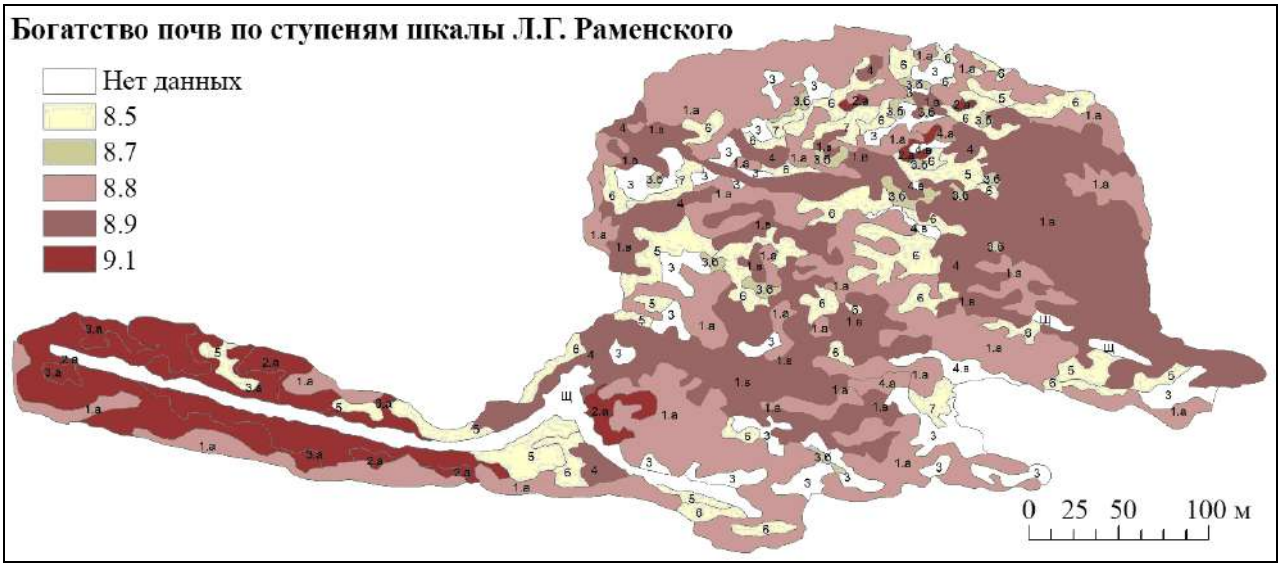


Рис. 7. Богатство почв в экотопах вырубки по ступеням шкалы Л.Г. Раменского (1956). *Условные обозначения:* индексы сообществ на картосхеме в соответствии с легендой таблицы 2.

Значимый прирост в высоту дают две группы растений: подрост деревьев и некоторые виды трав. При этом наибольший прирост наблюдается у видов-доминантов поствырубочных сообществ – это вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth) и иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.). Наибольшее значение для депонирования углерода будет иметь прирост древесных пород, таких как береза повислая (*Betula pendula* Roth), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), крушина ольховидная (*Frangula alnus* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), т.к. продуцируемая ими фитомасса будет удерживать поглощенный углерод в течение продолжительного времени, а не одного сезона, как у трав. Важно отметить, что некоторые растения дают очень сильный

разброс значений прироста по вырубке (крушина ольховидная, вейник тростниковый), что связано с изменением экотопических условий и находит свое отражение в пространственной неоднородности накопления фитомассы.

Таблица 5. Приросты ключевых видов растений по трансектам за период с начала июня по конец августа (см).

Трансекты / Виды растений	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Средний прирост по вырубке	Стандартное отклонение
Деревья и кустарники								
Береза повислая	13.6	10.5	5.1	9.2	18.8	15.1	11.1	4.8
Крушина ольховидная	2.0	24.6	4.1	11.3	24.9	–	17.9	11.2
Малина обыкновенная	3.4	10.5	-5.2	8.2	8.4	5.3	6.3	5.6
Осина обыкновенная	9.7	7.1	5.0	20.8	–	1.5	8.3	7.5
Рябина обыкновенная	0.5	8.0	-5.0	12.0	1.9	7.5	2.7	6.1
Травы								
Вейник тростниковый	7.2	–	8.6	23.5	21.3	3.6	11.1	9.5
Зверобой пятнистый	11.4	13.1	8.4	0.02	7.4	8.5	8.3	4.5
Иван-чай узколистный	33.5	23.6	11.7	7.3	2.7	29.6	13.1	12.6
Мятлик однолетний	3.1	2.5	6.5	5.0	10.2	–	7.6	3.5
Ожика волосистая	-1.2	2.4	-0.01	3.4	3.2	0.2	2.2	1.9

Фитомасса, срезанная на учётных площадках, разбиралась по видам и на фракции: травы, деревья и кустарники (на листья, ветки, стволы), опад и отпад. Диаграммы, отражающие изменение веса фракций фитомассы по трансектам, позволяют выделить закономерности в изменении фитомассы в зависимости от близости к лесу (рис. 8). При приближении к кромке леса в целом увеличивается доля в фитомассе деревьев и кустарников. В лесных сообществах вес трав резко уменьшается и появляется значительное количество отпада (неразложившихся кусочков веток, коры).

Вклад отдельных видов в фитомассу находится во взаимосвязи с их обилием и высотой. Так, для малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.) значимый (α=0.001) коэффициент корреляции между высотой особи и фитомассой составляет 0.91 (рис. 9). Соответственно, можно сделать вывод о нарастании фитомассы при увеличении высоты особей древесно-кустарниковых и травянистых растений в сообществах вырубки. Такое увеличение фитомассы растений при нарастании высоты хорошо заметно у многих видов при движении от центральной части вырубки к границе леса, как, например, у малины (рис. 10), аналогичные данные получены и для других видов: иван-чая узколистного, вейника тростниковидного, березы повислой и других.

Среди видов-доминантов травяных поствырубочных сообществ наблюдаются разнообразные реакции по приростам в различных частях вырубки: ситник развесистый (*Juncus effusus* L.) во всех описаниях имеет примерно одинаковую высоту, но встречается преимущественно в центральных частях вырубки, в большом количестве – не ближе 50 м от границы леса; щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv.) также имеет примерно одинаковую высоту, но заметно уменьшает свое присутствие ближе к лесу. Зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz) не является доминантом каких-либо сообществ, но стабильно встречается на всем пространстве вырубки, сохраняя примерно одинаковую высоту.

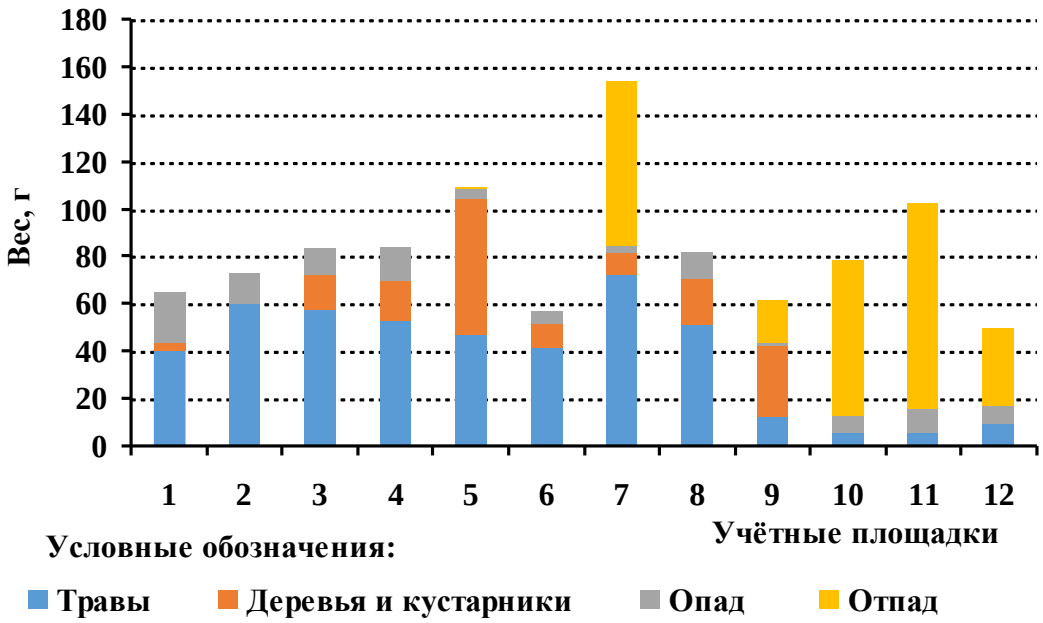


Рис. 8. Фракции фитомассы на учётных площадках трансекты 1. *Условные обозначения:* площадки 1-9 – вырубка, 10-12 – лес.

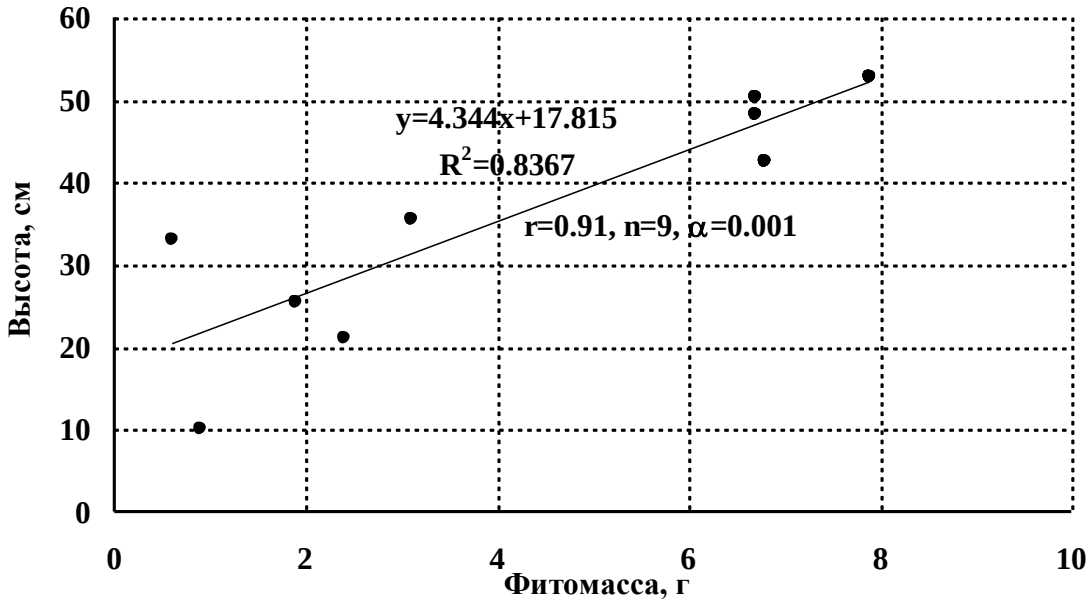


Рис. 9. Зависимость высоты и фитомассы малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.) с её линией тренда и формулой.

Кроме того, хорошо заметно, что при движении от центра вырубки к кромке леса уменьшается проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса и увеличивается сомкнутость подроста (рис. 11). Это также отражается на вкладе групп видов в общую фитомассу и неоднородность ее распределения по территории вырубки.

Высота растений и скорость накопления фитомассы зависят не только от удаленности от кромки леса, но и от принадлежности к разным типам сообществ. Согласно полученным данным, которые отражают высоту и прирост ключевых видов в различных типах

выделенных сообществ за сезон, берёза повислая (*Betula pendula* Roth) имеет наибольшую высоту в разнотравно-кипрейных сообществах с подростом осины и берёзы, а также в малиновых с рябиной и крушиной. Вейник тростниковый (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth) имеет большую высоту и прирост в разнотравно-кипрейных и кипрейно-ситниковых сообществах с подростом осины и березы, а также в щучково-вейниковых.

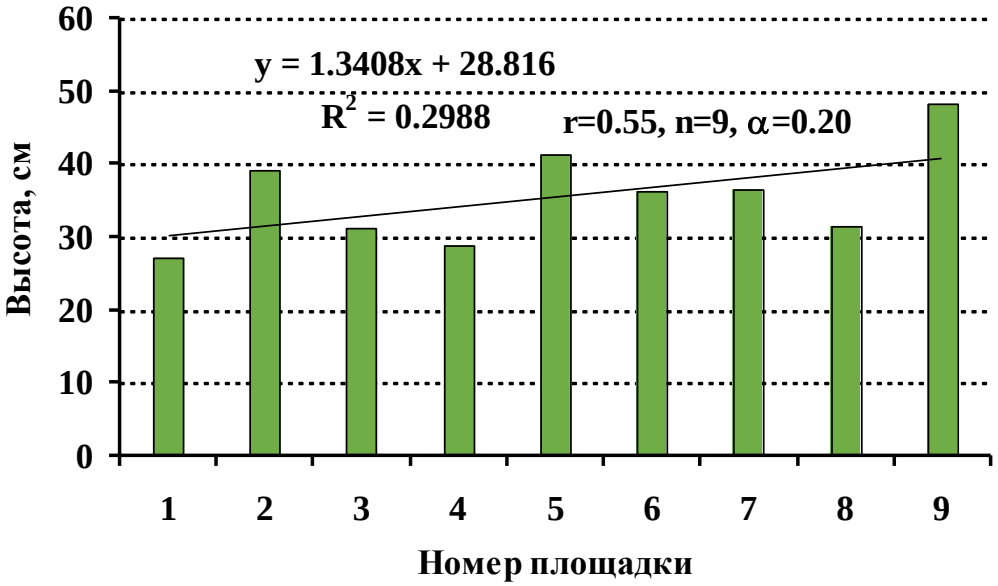


Рис. 10. Изменение высоты малины обыкновенной (*Rubus idaeus* L.) от центра вырубки (1) к границе леса (9) с его линией тренда (пунктир) и формулой.

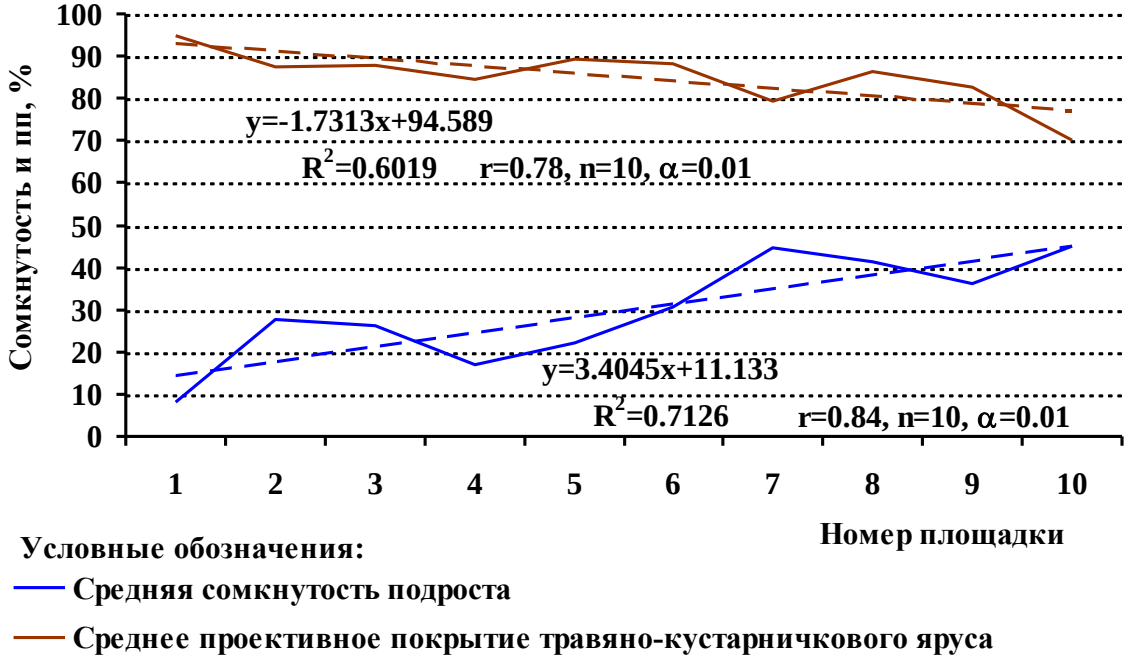


Рис. 11. Изменения сомкнутости подроста (нижняя синяя линия) и проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса (верхняя оранжевая линия) при движении от центра вырубки (1) к границе леса (10) с их линиями тренда и формулами.

Зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum* Crantz) дает максимальные приросты в разнотравно-кипрейных и разнотравно-ситниковых сообществах с подростом осины и березы, а также в кипрейно-ситниковых с широколиственными породами в подросте и в разнотравно-ситниковых сообществах с подростом осины и березы. Иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) достигает наибольшей высоты в разнотравных и разнотравно-кипрейных с подростом осины и березы и малиновых с рябиной и крушиной сообществах, в них же он имеет и наибольший прирост. В целом данные измерений на учетных площадках подтверждают предположение о том, что наибольшую высоту и прирост растения имеют в тех сообществах, где являются доминантами, т.е. где формируются наилучшие условия для их произрастания.

Полученные сведения о высоте, приростах и фитомассе отдельных видов растений вырубки позволяют сделать выводы об их вкладе в создание органического вещества и депонирование углерода. Могут быть построены корреляционные зависимости, что позволит определять фитомассу, если известны высота и проективное покрытие некоторых видов-индикаторов в разных типах сообществ, без дополнительных измерений.

По данным, полученным при разборе фитомассы, была установлена средняя фитомасса (г/м^2) для всех выделенных сообществ (табл. 6). Наибольшую фитомассу имеют разнотравные и разнотравно-кипрейные сообщества с подростом осины и березы (616 г/м^2) за счёт вклада фитомассы особей подроста осины и берёзы. Среди сообществ со сформированным подростом наименьшую фитомассу (377 г/м^2) имеют щучково-ситниковые малиновые с рябиной, крушиной и ивой сообщества, т.к. в них щучка дернистая создает неблагоприятные условия для возобновления древесных пород. Среди травяных сообществ без подроста по фитомассе заметно выделяются кипрейно-ситниковые сообщества, что достигается за счет участия иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.). Наименьшая фитомасса среди травяных сообществ наблюдается в ситниково-вейниковых, всего 260 г/м^2.

Таблица 6. Средняя фитомасса в сообществах вырубки.

Индекс по легенде к картам	**Производные растительные сообщества вырубки**	**Средняя фитомасса, г/м^2**
1а	Разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы	616
2а	Разнотравно-ситниковые с подростом осины и березы	438
3а	Кипрейно-ситниковые с подростом осины и березы	445
4а	Щучково-ситниковые с подростом осины и берёзы	386
3б	Кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте	445
1в	Разнотравные и разнотравно-кипрейные малиновые с рябиной, крушиной, ивой	442
4в	Щучково-ситниковые малиновые с рябиной, крушиной, ивой	377
3	Кипрейно-ситниковые	335
4	Щучково-ситниковые	261
5	Разнотравно-щучковые	285
6	Щучково-вейниковые	285
7	Ситниково-вейниковые	260

Интегральным выражением функциональной структуры изучаемой вырубки служит составленная картосхема распределения фитомассы (рис. 12), на которой отражены средние значения фитомассы в разных типах сообществ, в соответствии с картосхемой производных сообществ ранней стадии поствырубочной сукцессии (рис. 3). Согласно полученной картосхеме, наибольшую фитомассу имеют сообщества, расположенные ближе к кромке леса в более увлажнённых экотопах. Наименьшие значения отмечены в сообществах, лишенных подроста, преимущественно в центральных частях исследуемой территории, в более сухих и нарушенных местообитаниях. Разброс значений фитомассы в пределах сообществ вырубки достаточно большой – от 200 до 500 г/м^2.

Сравнение распределения фитомассы с картосхемами экотопических условий в системе экологической ординации (рис. 6, 7) показывает, что оптимальные условия накопления фитомассы характеризуются средней степенью увлажнения – 73-я ступень (влажнолуговое) и средним богатством почв – 8.8 (небогатые со слабокислой реакцией почвенного раствора). Предложенный подход изучения распределения фитомассы можно использовать и для выявления изменения фитомассы на примере отдельных видов в различных ценозах и также сравнить эти значения с экотопическими условиями. Так, на картосхеме распределения фитомассы одного вида в сообществах вырубки – ожики волосистой (*Luzula pilosa* (L.) Willd; рис. 13) – можно проследить зависимость ее продуцирования фитомассы от экотопических условий. Максимальной фитомассы ожика волосистая достигает в наиболее увлажненных экотопах (ступень 74; рис. 6), что не совпадает с общим распределением фитомассы сообществ, поскольку экологические амплитуды каждого вида индивидуальны.

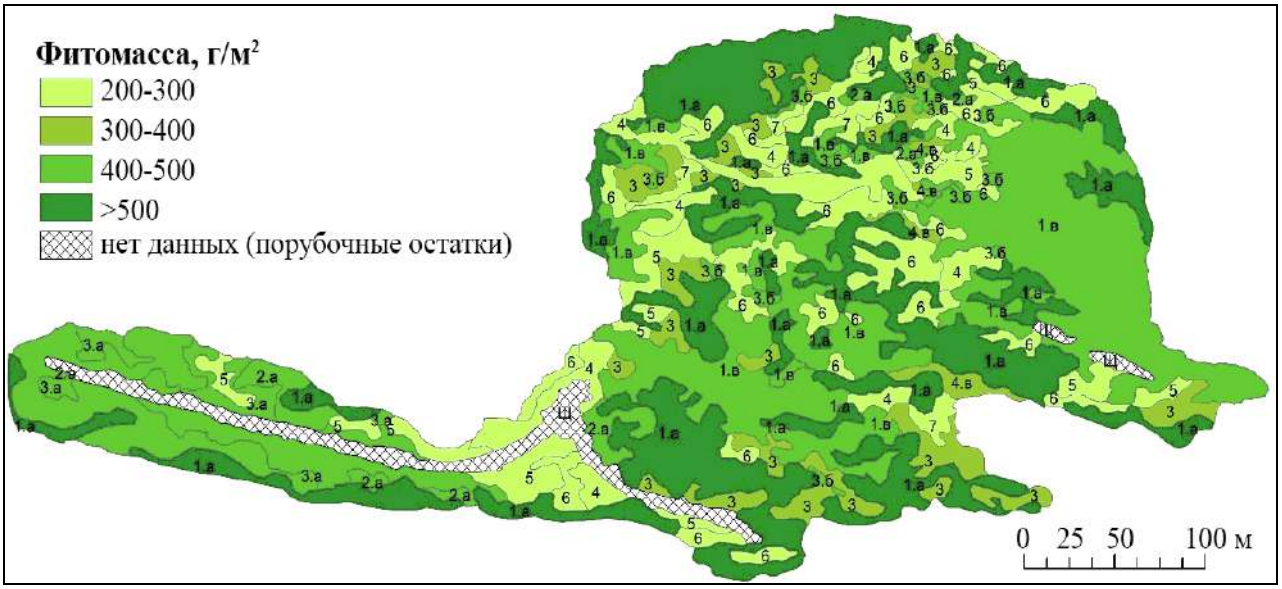


Рис. 12. Распределение фитомассы на вырубке; индексы сообществ даны в соответствии с таблицей 2.

Полученные данные позволили рассчитать запасы фитомассы по площадям, занимаемым разными типами сообществ, и суммарный запас фитомассы на исследуемой вырубке (табл. 7). С учетом занимаемой площади наибольший вклад в фитомассу дают разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы (45%) и разнотравные и разнотравно-кипрейные малиновые с рябиной, крушиной, ивой (24%) сообщества. Общий запас фитомассы на вырубке составил 219 ц сухого вещества.

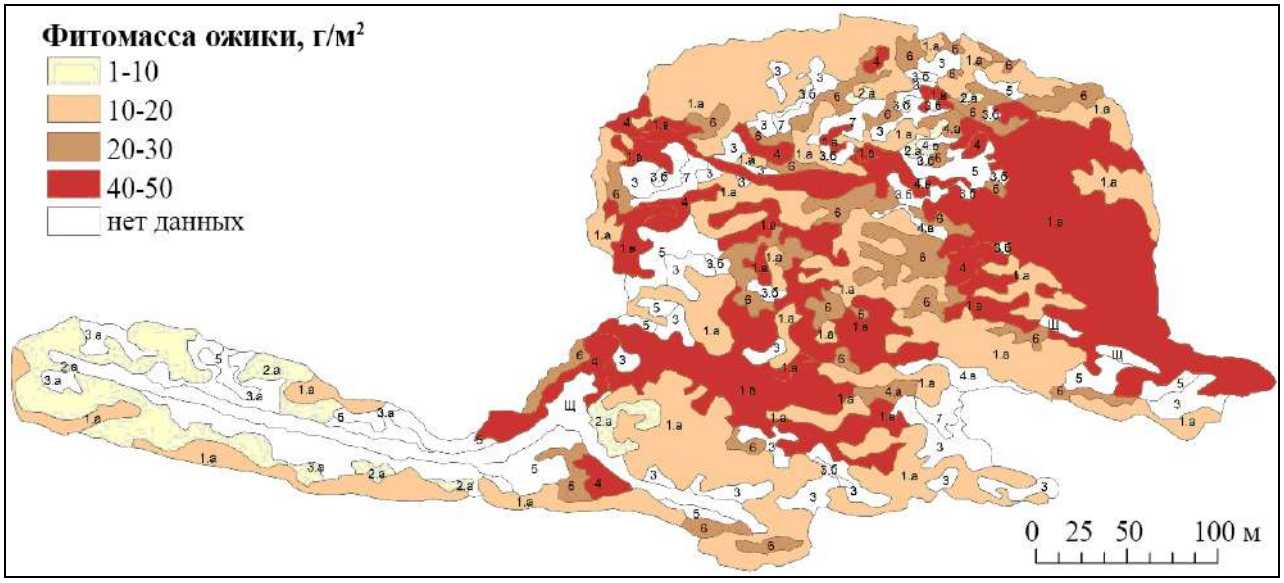


Рис. 13. Распределение фитомассы ожики волосистой (*Luzula pilosa*) по сообществам вырубки; индексы сообществ даны в соответствии с таблицей 2.

Таблица 7. Запасы фитомассы в сообществах вырубки (ц).

Индекс по легенде к картам	Производные растительные сообщества вырубки	Запасы фитомассы, ц	Доля в общей фитомассе, %
1а	Разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы	98.06	44.8
2а	Разнотравно-ситниковые с подростом осины и березы	14.97	6.8
3а	Кипрейно-ситниковые с подростом осины и березы	9.76	4.5
4а	Щучково-ситниковые с подростом осины и берёзы	1.01	0.5
3б	Кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте	2.94	1.3
1в	Разнотравные и разнотравно-кипрейные малиновые с рябиной, крушиной, ивой	52.32	23.9
4в	Щучково-ситниковые малиновые с рябиной, крушиной, ивой	1.49	0.7
3	Кипрейно-ситниковые	10.93	5.0
4	Щучково-ситниковые	6.55	3.0
5	Разнотравно-щучковые	7.08	3.2
6	Щучково-вейниковые	12.19	5.6
7	Ситниково-вейниковые	1.68	0.8
	Всего:	219.04	100.0

Выводы

В ходе проведенного исследования пространственно-функциональной неоднородности растительности вырубки были сделаны следующие выводы.

1. Сочетание гидротермических характеристик, характера рельефа и подстилающих пород способствуют формированию переувлажненных почв и развитию процессов заболачивания как во всем заповеднике, так и на исследуемом участке. В растительном покрове преобладают переувлажнённые еловые леса, которые при рубке заменяются мелколиственными лесами из березы бородавчатой, осины обыкновенной, ольхи серой.

2. Характер лесовозобновления на вырубке зависит не только от зонального положения вырубки, но и от ряда других факторов: микрорельефа, режима увлажнения, состава и возраста исходного древостоя, структуры нижних ярусов вырубленного леса, степени сохранности подроста, которые обуславливают внутреннюю мозаичность вырубки.

3. Исследования видового состава сообществ показали увеличение видового богатства на первой стадии зарастания (видовая насыщенность более 30 видов на 100 м^2), при этом формируется группа характерных видов с высокими классами постоянства, играющих активную роль в сложении растительного покрова.

4. Анализ пространственной структуры растительности вырубки выявил 7 типов производных сообществ по доминантам травяно-кустарничкового яруса и три типа формирующегося подроста. Наибольшую площадь (более 60%) занимают разнотравные и разнотравно-кипрейные с подростом осины и березы сообщества, и ситниковые сообщества без подроста.

5. Приросты и сомкнутость древесно-кустарникового подроста зависят от лесорастительных условий на конкретной территории, а именно от расстояния до кромки леса и распространения того или иного наземного покрова. Наиболее благоприятные условия для возобновления подроста формируются в разнотравно-кипрейных сообществах вблизи лесного массива.

6. Анализ экотопических условий вырубки с помощью экологических шкал Л.Г. Раменского показал, что для исследуемой территории характерно увлажнение от свежелугового до сыролугового и небогатые мезотрофные слабокислые почвы. Дифференциация условий отражена в распределении сообществ: щучковые приурочены к наиболее уплотненным и нарушенным участкам вырубки, кипрейно-ситниковые с широколиственными породами в подросте сообщества формируются в наиболее сухих экотопах; в наиболее влажных – щучково-ситниковые и ситниково-вейниковые сообщества.

7. Результатом функционирования фитоценоза является первичная биологическая продуктивность, проявляющаяся в накоплении фитомассы, величине высоты, прироста, опада и отпада. Наибольший вклад в формирование фитомассы и депонирование углерода вносят две группы растений: подрост деревьев (береза повислая и осина) и некоторые виды-доминанты травяно-кустарничкового яруса (иван-чай-узколистный, вейник тростниковидный). Эти виды могут быть использованы как индикаторы определенного уровня накопления фитомассы.

8. Интегральным выражением функциональной структуры изучаемой территории является картосхема распределения суммарной фитомассы растительных сообществ. Наибольшую фитомассу имеют разнотравные и разнотравно-кипрейные сообщества с подростом осины и березы, наименьшую – наиболее нарушенные разнотравно-щучковые и щучково-вейниковые сообщества.

9. Полученные картосхемы распределения растительных сообществ, фитомассы, экологических режимов показывают пространственные связи процессов накопления фитомассы с экотопическими и ценотическими условиями.

Полученные данные в дальнейшем могут быть использованы для сопряженного анализа с данными пульсационных измерений по составляющим баланса углерода. Несмотря на то, что по данным наших исследований на вырубке активно идет процесс накопления фитомассы, по данным измерений методом турбулентных пульсаций (работы лаборатории биогеоценологии ИПЭЭ РАН) на этом этапе она все еще является источником CO_2 для атмосферы. Подробные сведения о структуре и ходе продукционных процессов в разных типах сообществ помогут более подробно изучить суть процессов депонировании углерода, и оценить вклад отдельных сообществ и видов в депонирование углерода. Проведенное исследование растительности является первым этапом в изучении этих связей. В будущем представляется возможным установить более точные корреляции между высотой, проективным покрытием и фитомассой отдельных видов растений в разных типах сообществ. Измерение показателей для ключевых видов-доминантов позволит дать оценку запасов фитомассы на территории и, соответственно, темпов депонирования/эмиссии углерода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. 1989 / Ред. В.Д. Александрова, Т.К. Юрковская. Л: Наука. 64 с.

Зоны и типы поясности растительности России. 1999. Карта. Масштаб 1:8000000 / Ред. Г.Н. Огуреева. М.: ЭКОР. 2 л.

Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолодчиков Д.Г., Пряжников А.А. 1995. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. М.: Центр экологической политики. 156 с.

Крышень А.М. 2006. Растительные сообщества вырубок Карелии. М: Наука. 262 с.

Кудеяров В.Н. 2017. Современное состояние углеродного баланса на территории России: методы исследования и естественные ограничения интенсификации стока углерода почвенным покровом // Биогеоценология в XXI веке: идеи и технологии. Чтения памяти академика В.Н. Сукачева. Т. 24. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 115-132.

Курбатова Ю.А., Ольчев А.В. 2017. Современные наземные методы исследования энерго- и массообмена в биогеоценозах // Биогеоценология в XXI веке: идеи и технологии. Чтения памяти академика В.Н. Сукачева. Т. 24. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 115-132.

Леонова Н.Б. 2000. Особенности изменения флористического разнообразия растительных сообществ на вырубках центральной части Европейской России // Микроочаговые процессы – индикаторы дестабилизированной среды. М.: РАСХН. С. 86-97.

Леонова Н.Б., Горяинова И.Н. 2011. Восстановление лесной растительности на вырубках в средней тайге Архангельской области по данным многолетних наблюдений // Материалы Московского городского отделения Русского географического общества. Биогеография. Вып. 16. М.: РАСХН. С. 21-29.

Мамкин В.В. 2017. Энерго-массообмен с атмосферой на вырубке в подзоне южной тайги Европейской территории России // Леса Европейской территории России в условиях меняющегося климата. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 71-81.

Мелехов И.С. 1980. Лесоведение. М.: Лесная промышленность. 406 с.

Молчанов А.Г., Курбатова Ю.А., Ольчев А.В. 2017. Влияние сплошной вырубки леса на эмиссию CO_2 с поверхности почвы // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. № 2. С. 190-196.

Открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран.

2007 [Электронный ресурс www.plantarium.ru (дата обращения 12.03.2019-11.05.2019)].

Официальный сайт Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. 2005 [Электронный ресурс http://clgz.ru (дата обращения 10.04.2019-11.05.2019)].

Раменский Л.Г. 1956. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз. 472 с.

Уланова Н.Г. 2012. Механизмы сукцессий растительности сплошных вырубок в ельниках ЦЛГПБЗ // Многолетние процессы в природных комплексах заповедников России. Великие Луки: Великолукская городская типография. С. 152-157.

Уланова Н.Г. 2007. Механизмы сукцессий растительности сплошных вырубок в ельниках южной тайги // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. С. 198-215.

Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник 2007 / Сост. Пузаченко Ю.Г. и др. М.: Деловой мир. 80 с.

Amiro B.D. 2001. Paired-tower measurements of carbon and energy fluxes following disturbance in the boreal forest // Global Change Biology. Vol. 7. P. 253-268.

Kimball J.S., Ghornton P.E., White M.A. 1997. Simulating forest productivity and surface atmosphere carbon exchange in the BOREAS study region // Tree Physiology. Vol. 17. P. 589-599.

Williams C.A., Vanderhoof M.K., Khomik M., Ghimire B. 2014. Post-clearcut dynamics of carbon, water and energy exchanges in midlatitude temperate, deciduous, broadleaf forest environment // Global Change Biology. Vol. 20 (3). P. 997-1007.

ECOSYSTEMS: ECOLOGY AND DYNAMICS, 2019, Vol. 3, No. 4, Pp. 53-79

STRUCTURAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS AND PATTERNS OF THEIR DISTRIBUTION

UDC 574.45:574.47

SPATIAL-FUNCTIONAL HETEROGENEITY OF POST-CUTTING COMMUNITIES IN THE CENTRAL FOREST STATE BIOSPHERE RESERVE

© 2019. T.Yu. Ivleva, N.B. Leonova

M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography
Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, GSP-1. E-mail: nbleonova2@gmail.com

Received November 05, 2019. After revision November 10, 2019. Accepted November 15, 2019.

The article contains the results of a case study devoted to spatial and functional heterogeneity of post-cutting vegetation during early succession stages in southern taiga subzone. The study is based on large scale mapping of clear-cutting area and its vegetation communities. Post-cutting communities and their phytomass surveys were carried out within overgrowing cutting in buffer zone of the Central Forest Biosphere State Reserve (Tver region). In order to compose a schematic map of local vegetation, we implemented a classification of communities, grouping them by the regenerating layer of trees and shrubs and taking into account ground cover dominants. For the first time for this territory the analysis of ecotopic differentiation of post-cutting vegetation was conducted on the base of L.G. Ramensky ecological scales. The maps of average humidity and average nutrient status in post-cutting ecotopes had been composed. The correlation connections between projective cover, height, and plants increments and their phytomass were discussed. The phytomass stocks were accounted within studied cutting area as total and for each type of communities. The map of phytomass distribution within cutting area was made, where average phytomass values were showed for different types of communities. Maximal phytomass values were observed in forb and great willow herb communities and in communities with aspen and birch undergrowth near forest edge. Received data on plants increments and phytomass and their distribution would be used for conjugative analysis of pulsar measurements data on carbon balance parameters in cutting area which had obtained by meteorologists. Thus, it can be possible to evaluate the contribution of each communities' type and dominating plants in carbon sequestration.

Keywords: post-cutting communities, spatial structure, functional structure, ecotopic differentiation, vegetation phytomass.
DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10045

The study of the vegetation restoration on clear-cutting has a long tradition in the Russian scientific community (Melekhov, 1980; Kryshen, 2006; Ulanova, 2012). At the present stage, the surveys on the afforestation and deforestation contribution to the carbon balance are becoming more and more important (Isaev et al., 1995; Molchanov et al., 2017; Kudejarov, 2017; Amiro, 2001; Kimball, 1997). Russian forests play the most significant role in the carbon deposition, however, under cutting the forest land becomes the source of carbon emission, and then these emissions can last for more than 20 years (Isaev et al., 1995). While studying temporal variability of CO_2 flows within clear-cutting, C.A. Williams et al. (2014) have detected that the severest changes in those flows happened in the early years after cutting was performed, when the ecosystem became a steady source of CO_2 emission into the atmosphere. Forest felling results in considerable changes in biogeochemical and biogeophysical processes. In order to understand them better, the detailed survey of vegetation communities' structure is necessary to be made.

Scientific researches on the way the forests and cutting contribute into carbon balance within the Central Forest Biosphere Reserve have been carried out by the scientists of the A.N. Severtsov Institute of Evolution and Ecology Problems of the Russian Academy of Sciences (Laboratory of Biogeocoenology) for several years (Kurbatova, Olchev, 2017). There are observations on the heat

flows, water vapor and carbon balance compounds, carried out with the method of turbulent pulsations with the usage of chamber gas analyzers, made several times during the season. The measurements within the studied cutting have begun in 2016, just after the logging works were finished. The results of CO_2 flows' measurements for the vegetation period of 2016 have affirmed that studying cutting area served as the CO_2 source for the whole period of our observation (Kurbatova, Olchev, 2017; Mamkin, 2017; Molchanov et al., 2017). The obtained data testify that at first the cutting area became a source of CO_2 emission, but as vegetation was restoring, photosynthesis was increasing, and living phytomass was accumulating, these emissions started to decrease. It is obvious that vegetation renewal and dynamics of phytomass production in different vegetation communities have the main role in forming carbon balance structure. However, studying of vegetation structure and phytomass accumulation has not been conducted within this territory yet. Hence, *the purpose of this survey* was to detect the spatial and functional heterogeneity of vegetation in the cutting area on the early successions stages, and to put it on the large scale maps for the further analysis, conjugated with carbon balance parameters.

Materials and Methods

The research area is located within the protective zone of the Central Forest State Natural Biosphere Reserve. The reserve is located in the southwestern part of the Valdai Upland, within the Main (Caspian-Baltic-Black Sea) watershed of the East European Plain (fig. 1 a). The reserve was established on December 31, 1931, in order to preserve the integrity of the unique southern taiga forests of the Central Russia and to study natural ecosystems processes. The nature of the relief and underlying rocks contributes to the formation of moistened soils and ecosystems' bogging in the entire reserve, as well as within the studied site. The combination of hydrothermal characteristics determines predominance of wet peatland spruce forests. Due to disturbances these forests are usually replaced by small-leaved forests with common birch, aspen and grey alder. Responding to the significant global warming tendency, the renewal of broad-leaved tree species is increasing here (The Central Forest …, 2007).

The zonal position of the reserve is interpreted differently in botanical, geographic, and geobotanical literature. According to the map "Zones and Types of Altitudinal Zonality of Vegetation of Russia and Adjacent Territories" (1999), this is a sub-taiga subzone with Eastern European spruce-broad-leaved, pine-broad-leaved and pine forests and with ridge-pool sphagnum upland bogs and grass bogs. According to the "Geobotanical Division of Non-Chernozem European Part of the Russian Soviet Federative Socialist Republic" (1989), the reserve is located in the Severodvinsk-Verkhnedneprovsky sub-province of the North European taiga province, *in the range of southern taiga forests*. Southern taiga is characterized by the spruce being replaced with birch and aspen due to the logging. The nature of reforestation depends not only on the zonal position of cutting, but also on a number of other factors, such as relief features, moisture soil regime, composition and age of the original tree stand, structures of the lower stories of the felled forest, logging techniques, degree of the undergrowth preservation, etc. (Melekhov, 1980; Kryshen, 2006). Monitoring studies on cuttings in different regions indicate a similar picture of vegetation restoration: increase in species richness in the first stage, its gradual decrease and replacement of the introduced meadow species with the original forest ones; at the same time the intensity of the undergrowth formation depends on the specific forest conditions within a particular territory (Kryshen, 2007; Leonova, 2000; Leonova, Gorjainova, 2011; Ulanova, 2007).

The studied cutting is located within the protected zone in the southern part of the reserve (fig. 1 b, photo 1). The geographic coordinates of the cutting center are N 56° 30', E 32° 53'. The protected zone is designed to reduce the anthropogenic pressure on the territory of the reserve, to study the dynamics of changes in natural complexes under the influence of human economic

activity; this zone tends to transition into the regime of the rational use of biological resources. Felling was carried out on the site of the secondary aspen-birch-spruce forest in 2016, its area is about 4.5 hectares and has an overall oval shape. The relief is leveled, with a slight slope from west to east. The soil here is soddy, slightly podzolic and gleyous. The surveys of vegetation restoration were conducted in the summer of 2019.

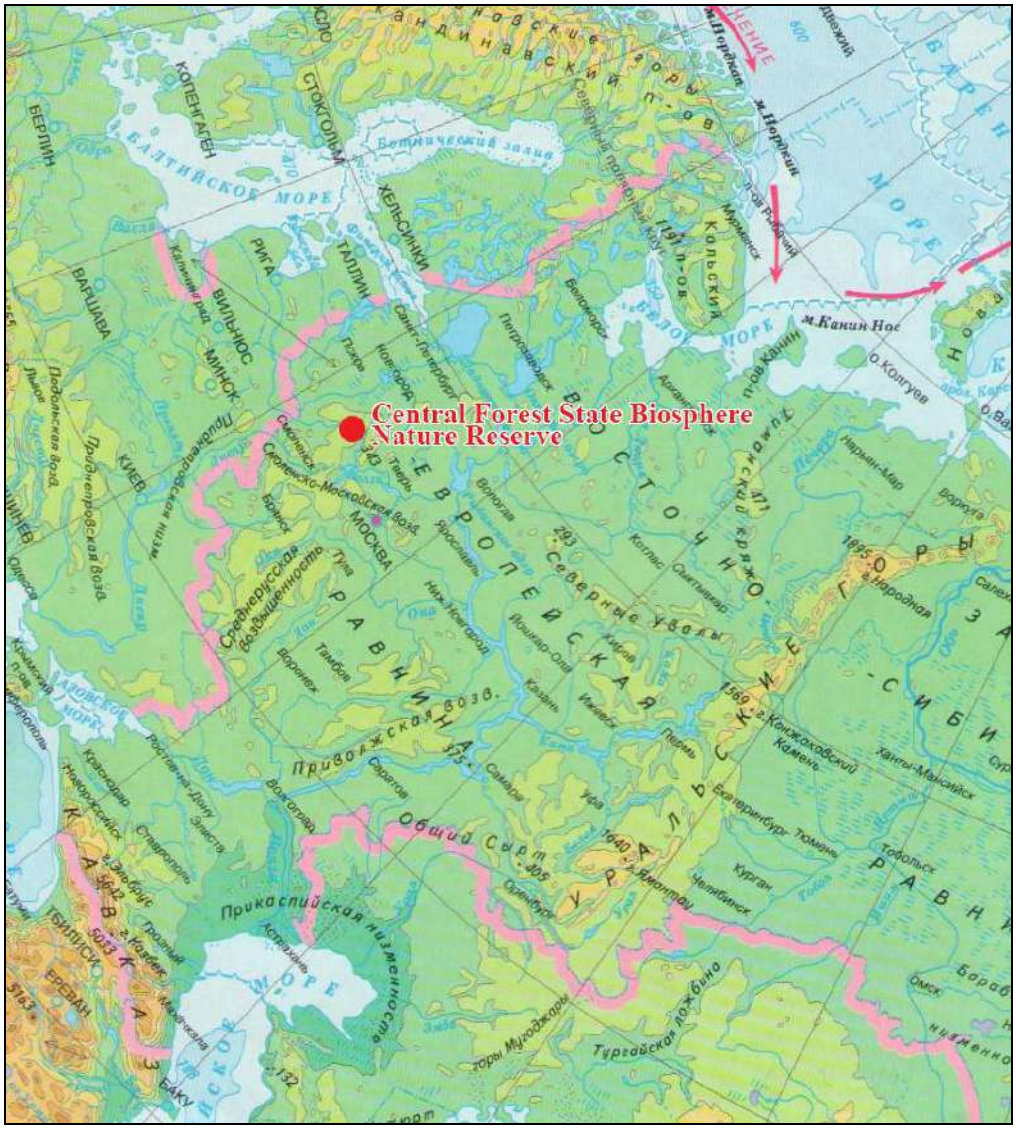


Fig. 1a. Location (red) of the Central Forest State Biosphere Nature Reserve in the East European Plain.

To study the vegetation and phytomass production within the cutting area, we made 6 transects (fig. 2). The first transect was laid in south-north direction, and all the following ones were laid under 30° angle from the starting point (meteorological mast), except for the one which was oriented to the south. The length of the transects was determined by the distance from the starting point to the border of the forest, and lasted another 50 meters into the forest (photo 2). The full geobotanical releves were composed along each transect, within the test sites with area of 10x10 meters. The standard methodic of geobotanical releve compilation was used with indication of species cover as Braun-Blanquet scale. Releves were carried out twice a season, in June and in the early August. For this study we used 48 releves for the cutting area and 20 for the forest communities.

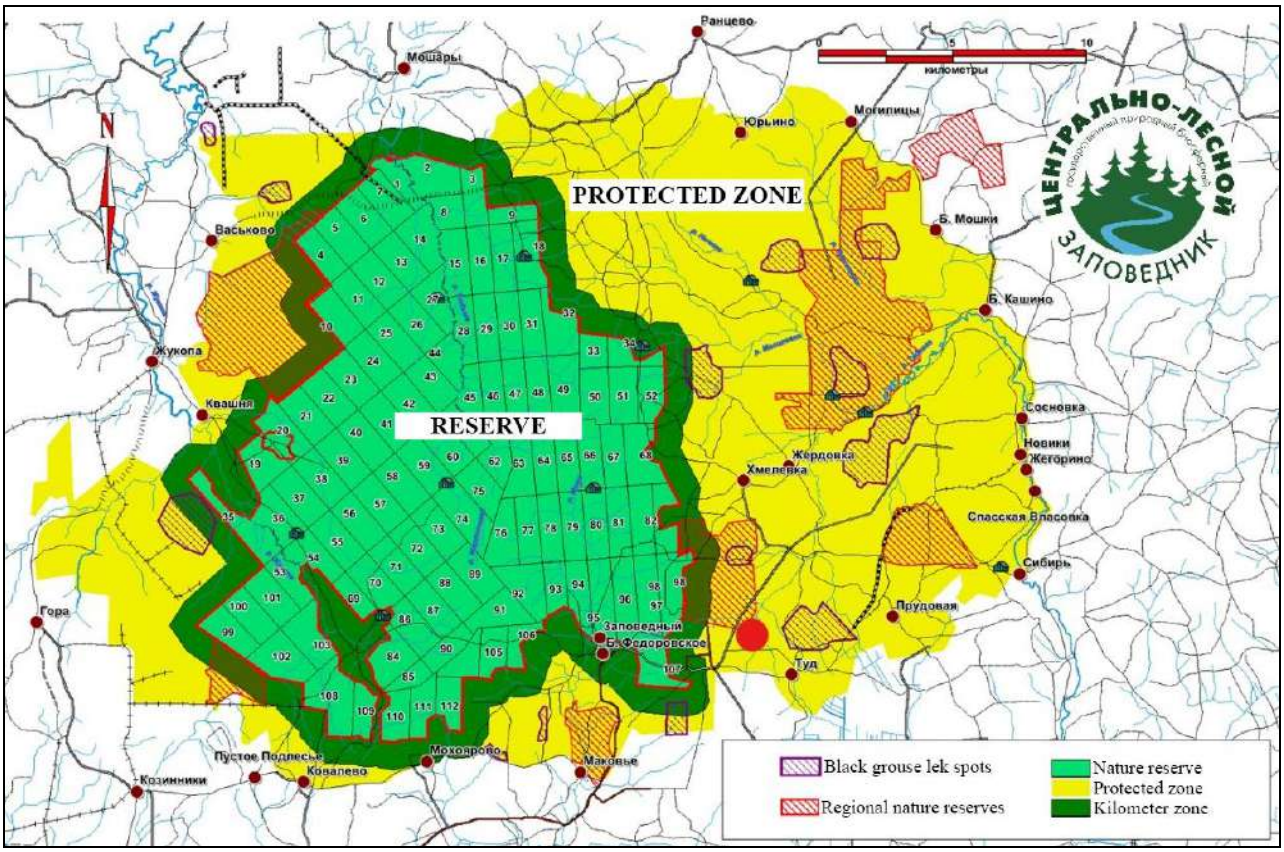


Fig. 1b. Functional zoning of the Reserve, red circle marks the location of studying clear-cutting (The Central Forest …, 2005).

Along transect with the 10 m step test sites 50 x 50 cm in size were laid for measurement of plant height and phytomass (68 sites). The entire vascular plants list was composed for every accounting test site and the height of each plant species was measured at least 10 times (if the number of specimens was less within the test site so all plants were measured). Measurements performed in triplicate – in the second half of June (July, 15-26), in early August (August, 1-4) and at the end of August (August, 28-31).

The stock of above-ground phytomass was determined by the method of mowing at the accounting sites (photo 3). Grass plants and dwarf shrubs were cut at the level of green and brown moss parts. Lichen-moss turf was cut with a knife. In laboratory conditions, the cuts were sorted by species, if cut material couldn't be identified it was sorted by life forms (trees, shrubs, their fractions: stems, branches, leaves) and by fodder groups: cereals, sedges, forbs, dwarf shrubs, mosses, lichens. Dead biomass was also weighed. The material was dried to an air-dry state and weighed on electronic scales with an accuracy of 0.1 g. According to the laboratory (A.N. Severtsov Institute of Evolution and Ecology Problems RAS) work plan a quadcopter cutting was performed, and the image of the study area with a resolution of 2 cm/pixel was received. Then this image was used for mapping of vegetation communities.

The classification of secondary post-cutting vegetation communities was carried out by the dominants of the above-ground grass and undergrowth of trees and shrubs. The names of classification units show the herbaceous layer composition and the forming tree undergrowth. At first, we compiled a schematic map for a single sector of cutting area, according to the field releves and visual decryption of the photos of the area with the ArcGIS software package. In order to create the map of the entire cutting area, we used the ArcMap teachable classification tool. We selected

the reference plots with correctly established vegetation communities and used them as standards to make an auto-decryption of the cutting communities, with the following manual generalization. Created vegetation map served as the base for the maps of total phytomass distribution, of individual dominant species phytomass, and ecotopic regimes. The phytomass and plant growth data was processed in Microsoft Office Excel. Taxonomic affiliation and life forms of plants were specified according to the "Open On-line Key to Plants and Lichens of Russia and Neighboring Countries" (2007). Ecological ordination of communities and assessment of ecotopes were carried out on the basis of L.G. Ramensky (1956) scales by the two parameters: soil richness according to plant nutrition and moisture.

Photo 1. General view of the clear-cutting area and meteorological observation site (all photos by T.Yu. Ivleva).

Results of Research

Vegetation communities structure. The spatial structure of post-cutting vegetation is characterized by inner mosaic due to the differences in microrelief, soil moisture, initial forest tree stand and distance from the forest edge.

The canopy closeness of the most typical communities of the surrounding forest is about 0.6. The tree stand dominants are *Picea abies* (L.) H. Karst. and *Betula pendula* Roth. The main shrubs dominants are *Sorbus aucuparia* L. and *Rubus idaeus* L. The sparse ground cover is formed by *Oxalis acetosella* L., *Stellaria holostea* L. and *Luzula pilosa* (L.) Willd. Usually, its projective cover is not higher than 60%.

The vegetation classification by the dominants of the grass and shrubs layer allowed us to determine 7 groups of secondary communities by their ground cover dominants, and 3 groups by

the undergrowth dominants (table 1). Thus, 12 types of vegetation communities were identified, with specific combination of herbaceous and undergrowth dominants each.

The distribution of vegetation communities was shown in the compiled schematic map, according to the Legend, created on the bases of the classification we made (fig. 3). The color contours mark the ground cover dominants, the hatching marks the dominants of renewal undergrowth.

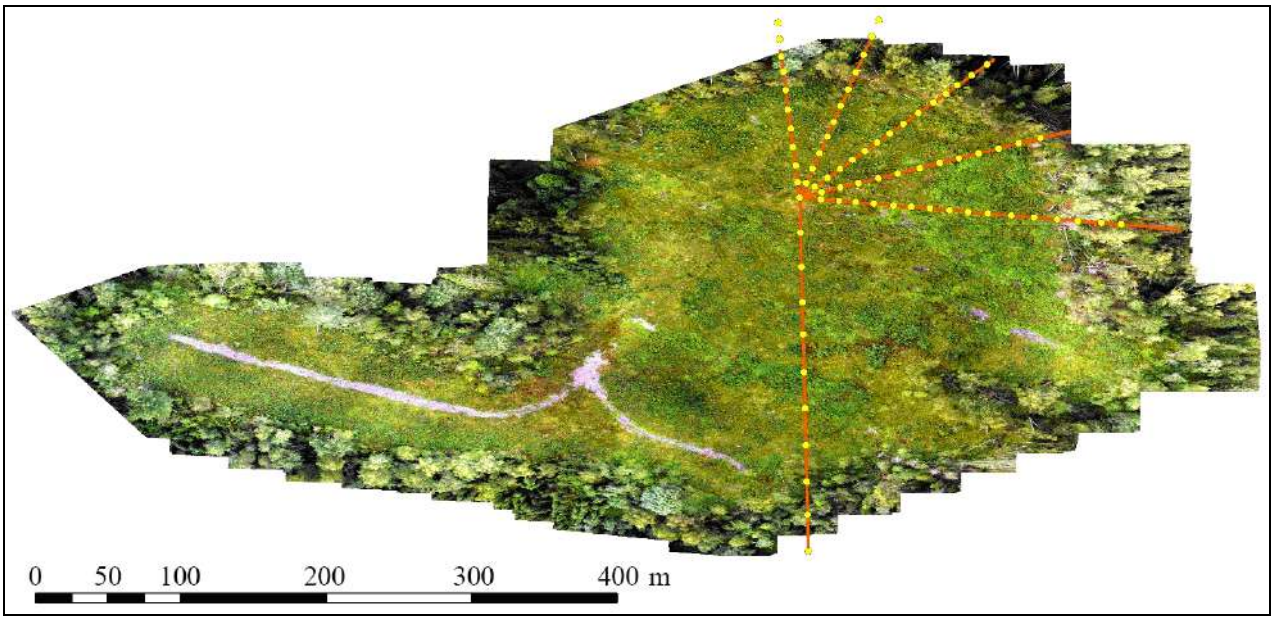


Fig. 2. Transects and accounting sites locations within clear-cutting area.

Based on the map, the areas occupied by each type of vegetation communities were calculated (table 2). On the following pages we provide a description for each community of the recovering cutting area.

A – group of communities with undergrowth of aspen and birch.

1a. Forb and forb plus willow-herbs communities with undergrowth of aspen and birch are mostly located close to the forest edge, but can also be found in the center of cutting area. They primarily occupy the western half of the cutting area, which is more elevated. Their area is 15919.5 m^2, or 32% of the total area. These are the most prevalent communities within the studying territory (fig. 3, table 2).

The average canopy closeness of undergrowth is 35%, in some places it is 60% and higher. The prevailing tree species is *Populus tremula* L., its height varies from 1 to 1.5 m near the forest edge. The aspen forms dense undergrowth, which makes the occurrence of the other plant species very sporadic, so in total they occupy only 5% of the area. The average projective cover of herbaceous layer is 88%. Its main dominants are *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Hypericum maculatum* Crantz, *Veronica chamaedrys* L., *Fragaria vesca* L. and *Stellaria holostea* L. The average height of this layer is about 50-60 cm, *C. angustifolium* is 110 cm high. The average species richness is 33 species per 100 m^2. Lichen and moss cover is absent.

2a. Forb and *Juncus* communities with undergrowth of aspen and birch are distributed as small fragments over the entire cutting area, mainly in the wet habitats. They occupy 3419 m^2, or 6.8%.

The average canopy closeness of undergrowth is 35%, in some places it is 80% (photo 4). Its average height varies from 1 to 1.5 m. The most common species are *Betula pendula* Roth and *Rubus idaeus* L., which was found in the most releves. The average projective cover of herbaceous layer is 80%, its height is 60-70 cm, with *Chamaenerion angustifolium* reaching 120 cm high. The

dominants are *Juncus effusus* L., *Hypericum maculatum* Crantz, *Stellaria holostea* L., *Cirsium heterophyllum* (L.), *Carex leporina* L. Hill and *Luzula pilosa* (L.) Willd. The average richness is 35 species per 100 m^2. Lichens and mosses are absent.

3a. Willow-herbs and *Juncus* communities with undergrowth of aspen and birch are located in the western part of cutting area, where a lot of felling residues are concentrated. They occupy 2195 m^2, or 4.4%.

Photo 2. Initial birch and fir forest.

This type of communities has the thinnest canopy of aspen and birch undergrowth – only 30%. The average projective cover of herbaceous layer is 90%, its height is 40-50 cm, with *C. angustifolium* reaching 120 cm. The dominant species are *Juncus effusus* L. and *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., the occurrence of *Hypericum maculatum* Crantz, *Luzula pilosa* (L.) Willd. and *Fragaria vesca* L. is also high. The average richness is 32 species per 100 m^2. Some releves include mosses and lichens layer, but its cover is only 6%.

4a. Tussock-grass and *Juncus* communities with undergrowth of aspen and birch are rather scanty in the group of communities with aspen and birch undergrowth. They occupy only 263 m^2, or 0.5%, and are presented only on two small spots in the northern and southern parts of the cutting area.

The average undergrowth closeness is 25%, and 50% in some places, its average height is 1-1.5 m. The average herbaceous cover is 92%, its height is 40-50 cm. The dominants are *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv. and *Juncus effusus* L., the occurrence of *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill and *Carex leporina* L. is also high. The average richness is 33 species per 100 m^2. Lichens and mosses are absent.

Photo 3. Phytomass accounting site.

B – group of communities with broad-leaved undergrowth.

3б. Great willow herb and *Juncus* communities with broad-leaved undergrowth are distributed as small fragments in this group, without undergrowth, and occupy only 662 m^2, or 1.3%.

This type has low undergrowth closeness, which is about 10%. Its dominants are *Acer platanoides* L. and *Corylus avellana* L., its height is 1.5-2 m (photo 5). The average herbaceous cover is 78%, its average height is 40-50 cm, with *C. angustifolium* reaching 140 cm high. Like the communities of this group, this one has *Juncus effusus* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Hypericum maculatum* Crantz), *Fragaria vesca* L., *Veronica*

chamaedrys L. as its dominants. The average richness is 36 species per 100 m^2. Lichens and mosses are absent.

C – group of communities with raspberry and buckthorn undergrowth.

1c. Forb and forb plus willow-herbs communities with raspberry and buckthorn undergrowth are distributed within more depressed and moistened parts than the same communities with aspen and birch undergrowth. They are concentrated near the eastern forest edge and in some central parts of the cutting area. They are rather widespread, occupying 11838 m^2, or 23.7%.

Table 1. Secondary vegetation communities of early stage of cutting succession.

Index in the map legend	Types of post-cutting communities
	By dominants of ground cover
1	Forb and forb plus willow-herbs: *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop, *Hypericum maculatum* Crantz, *Veronica chamaedrys* L., *Fragaria vesca* L., *Stellaria holostea* L.
2	Forb and *Juncus*: *Juncus effusus* L., *Hypericum maculatum* Crantz, *Stellaria holostea* L., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill, *Carex leporina* L. Hill, *Luzula pilosa* (L.) Willd.
3	Great willow-grass and *Juncus*: *Juncus effusus* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.), *Stellaria holostea* L., *Carex leporina* L. Hill, *Luzula pilosa* (L.) Willd.
4	Tussok-grass and *Juncus*: *Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv., *Juncus effusus* L., *Hypericum maculatum* Crantz, *Carex leporina* L., *Luzula pilosa* (L.) Willd.
5	Forb and tussock-grass: *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv, *Melampyrum nemorosum* L., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Fragaria vesca* L., *Stellaria holostea* L.
6	Tussok-grass and wood-reed: *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Stellaria holostea* L., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Luzula pilosa* (L.) Willd.
7	*Juncus* and wood-reed: *Juncus effusus* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Hypericum maculatum* Crantz, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Luzula pilosa* (L.) Willd.
	By dominants of tree-shrubs' undergrowth
а	With aspen and birch undergrowth: *Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth
б	With broad-leaved species undergrowth: *Acer platanoides* L., *Corylus avellana* L.
в	Raspberry with rowan and buckthorn: *Rubus idaeus* L., *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill.

The undergrowth closeness is about 50%, it reaches 80% near forest edge, its average height is 1-1.5 m. Its dominants are *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill. and *Rubus idaeus* L., its height doesn't exceed 75 cm. The average herbaceous cover is 70%, its average height is 50-60 cm. The dominants are *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Hypericum maculatum* Crantz and *Stellaria holostea* L. The average richness is 30 species per 100 m^2. Only one releve has a moss-lichen layer, its cover is not higher than 5%.

4c. Tussock-grass and *Juncus* communities with raspberry and buckthorn undergrowth occupy the minimal area of 395 m^2, or 0.8%, in the south-eastern part of the cutting area, where a

small amount of felling residues is presented.

The dominants of undergrowth layer are *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill. and *Rubus idaeus* L. The closeness of tree and shrub canopy doesn't exceed 30% and is mainly formed with *R. idaeus*. The dominants of herbaceous layer are *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Juncus effusus* L. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill), *Carex leporina* L., *Stellaria holostea* L. and *Luzula pilosa* (L.) Willd.

Herbaceous communities without formed undergrowth are presented by the following types.

3. Willow-herbs and *Juncus* communities occupy 3262 m^2, or 6.5%. They are mostly located near the forest edge, and thus, grow in more shadow habitats.

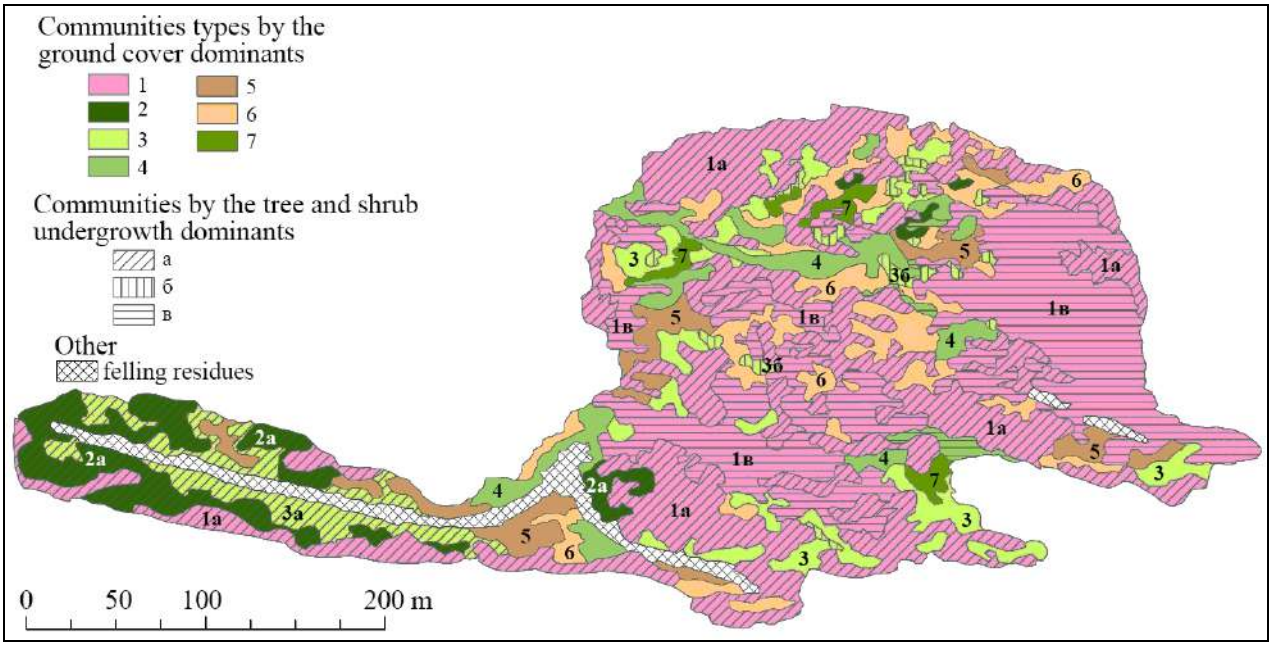


Fig. 3. Schematic map of secondary post-cutting communities on the early succession stage. *Legend.* Communities types by the ground cover dominants: 1 – forb and forb and great willow herb, 2 – forb and *Juncus*, 3 – great willow herb and *Juncus*, 4 – tussock-grass and *Juncus*, 5 – forb and tussock-grass, 6 – tussock-grass and wood-reed, 7 – *Juncus* and wood-reed; communities types by the tree and shrub undergrowth dominants: a – with *Betula pendula* and *Populus tremula*, b – with broad-leaved undergrowth, c – with raspberry and buckthorn undergrowth.

The cover of herbaceous layer is more than 90%. Its dominants are *Juncus effusus* L. and *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., with a lot of *Hypericum maculatum* Crantz, *Fragaria vesca* L. and *Veronica chamaedrys* L. The average height of the herbaceous layer is 50-60 cm. The richness is 25 species per 100 m^2. Mosses and lichens are absent.

4. Tussock-grass and *Juncus* communities. According to the image, these communities tend to grow on the dense soils, disturbed by the logging vehicles. They occupy 2511 m^2, or 5%.

The herbaceous cover is 95%, its average height is 40-50 cm. The dominants are *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Juncus effusus* L., *Stellaria holostea* L., *Hypericum maculatum* Crantz and *Luzula pilosa* (L.) Willd. The average richness is 27 species per 100 m^2. Mosses and lichens are absent. The undergrowth is very sparse, its closeness is less than 10%, and its height is less than 1 m. It is mostly presented with *Frangula alnus* Mill. and *Rubus idaeus* L.

5. Forb and tussock-grass communities occupy the most disturbed and dense soils and distributed near felling residues storages. Their area is 2484 m^2, or 4.9%.

The herbaceous cover is 90%, its height 30-40 cm. The dominants are *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Melampyrum nemorosum* L., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Fragaria vesca* L. and *Stellaria holostea* L. The undergrowth closeness is about 15% due to *Rubus idaeu*s L., its height is not higher than 1 m. The average richness is 32 species per 100 m^2. Mosses and lichens are absent.

6. Tussock-grass and wood-reed communities are widespread in the inner parts of the cutting area; they occupy more elevated places, less disturbed by logging vehicles. These are the most extensive herbaceous communities of the area, occupying 4278 m^2, or 8.6%.

The undergrowth closeness is about 15%, mainly due to *Rubus idaeus* L. The herbaceous cover is 95%, its height is 40-50 cm. The dominants are *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Stellaria holostea* L. *Potentilla erecta* (L.) Raeusch. and *Luzula pilosa* (L.) Willd. The average richness is 27 species per 100 m^2. Moss-lichen cover is absent.

Table 2. Areas of post-cutting communities.

Index in the map legend	Post-cutting vegetation communities	Area, m^2	Area share within cutting, %
1а	Forb and forb-great willow-grass with aspen and birch undergrowth	15919.5	31.9
2а	Forb and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	3419.5	6.8
3а	Great willow-grass and *Juncus*, with aspen and birch undergrowth	2195.3	4.3
4а	Tussok-grass and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	263.3	0.5
3б	Great willow-grass and *Juncus* with broad-leaved species undergrowth	662.6	1.3
1в	Forb and forb-great willow-grass raspberry with rowan and buckthorn	11838.8	23.7
4в	Tussok-grass and *Juncus* raspberry with rowan and buckthorn	395.2	0.7
3	Great willow-grass and *Juncus*	3262.9	6.5
4	Tussok-grass and *Juncus*	2511.2	5.1
5	Forb and tussock-grass	2484.2	4.9
6	Tussok-grass and wood-reed	4278.3	8.5
7	*Juncus* and wood-reed	649.5	1.3
	Logging residues	2062.2	4.1
	Total:	49943.2	100.0

7. *Juncus* and wood-reed communities are presented by some fragments in the inner part of cutting area in more depressed and wet microrelief forms. They occupy 649 m^2, or 1.3%. The undergrowth closeness is not higher than 10%, formed by single exemplars of *Sorbus aucuparia* L., *Populus tremula* L. and *Salix cinerea* L. The average herbaceous cover is 88%, its height is 40-50 cm. Its dominants are *Juncus effusus* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, with numerous *Hypericum maculatum* Crantz, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Luzula pilosa* (L.) Willd and *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. The average richness is 30 species per 100 m^2. Moss-lichen cover is absent.

It can be seen that biological diversity of post-cutting communities is rather high. Species richness of described communities varies from 27 to 36 vascular plants species per 100 m^2, which is higher than in the forest communities. According to the investigations of different authors, post-

cutting communities reach the maximal level of species diversity in the second year after felling (Ulanova, 2012; Leonova, 2000). The diversity of ecotopes, forming due to disturbance of initial vegetation cover and logging equipment activity, allows numerous plant species which are uncommon to the forest habitat to settle there (photo 5).

The species differentiation for dominants and subordinate species is not complete yet. However, there are characteristic species, playing a significant role in vegetation cover and occurring all over cutting area: *Juncus effusus* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. Undergrowth characteristic species are *Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth, *Sorbus aucuparia* L. and *Frangula alnus* Mill. These species have III-V constancy classes, according to Braun-Blanquet scheme (table 3).

Photo 4. Birch undergrowth in the clear-cutting area.

Mosaic ground cover of cutting area is determined by ecotope's diversity, and thus it affects tree and shrub species renewal. As mentioned above, the *forb and forb plus willow-herbs communities* with and without undergrowth; they occupy the largest areas, which is 56% of the total cutting area. Near the forest edge they have the closest and tallest undergrowth, which indicates that this habitat has the most favorable conditions for birch and aspen renewal. Large areas are occupied by communities with dominating *Juncus*: it's tussock-juncaceous, forb and *Juncus*, willow-herbs and *Juncus* communities. Together they occupy 25% of the cutting area, while being located mostly in its inner parts. Forb plus tussock-grass and tussock-grass plus wood-reed communities occupy 5 and 9% area, respectively, growing on the most disturbed and dense soils, where undergrowth renewal is obstructed.

Photo 5. *Corylus avellana* L. undergrowth.

The composition and nature of the undergrowth is also mosaic. It reaches its greatest height and closeness near the forest edge, where the microclimatic conditions are most favorable and the seed sources are close. Communities with undergrowth of aspen and birch occupy the largest areas in the studied cutting area (44%), raspberry communities with rowan and buckthorn occupy a quarter of the area (25%). Broad-leaved species undergrowth is very fragmented, occupying only 1.3%. Therefore, distribution and development of trees and shrubs undergrowth are heavily determined by growth conditions in different types of ground cover (table 4).

The table data confirms that the most closed (up to 80% closeness) and various undergrowth forms in forb and forb plus willow-herbs communities, where *Populus tremula* L., *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill. and *Rubus idaeus* L. prevail. The low undergrowth closeness (20%) is observed in willow-herbs and *Juncus* communities, and the main dominant is *Populus*

tremula L. Approximately, the same closeness was registered in the tussock-grass and *Juncus* communities, where *Populus tremula* L. is numerous, but *Rubus idaeus* L. is prevailing. In forb and tussock-grass communities the closeness does not exceed 15%, the undergrowth is formed by *Rubus idaeus* L. The renewal of tree species is very weak. The same picture was registered in the tussock-grass plus wood-reed and *Juncus* plus wood-reed communities (with more aspen participation).

Photo 6. *Sussica pratensis* in the forb community of the clear-cutting area.

Table 3. Constancy classes of the most distributed plant species in some post-cutting communities.

Communities / Plant species	1a*	2a	3a	1в	4	Total
Tree and shrubs layer						
Sorbus aucuparia L.	**IV****	**V**	**V**	**V**	**V**	V
Betula pendula Roth	**IV**	**IV**	**V**	**V**	**V**	V
Populus tremula L.	**V**	**V**	**V**	**IV**	**III**	IV
Rubus idaeus L.	**IV**	**IV**	II	**V**	**V**	IV
Corylus avellana L.	**V**	**IV**	**IV**	**III**	II	IV
Frangula alnus Mill.	**III**	**III**	**IV**	II	**V**	III
Herbaceous layer						
Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.	**V**	**V**	**V**	**V**	**V**	IV
Juncus effusus L.	**V**	**V**	**V**	**V**	**V**	IV
Hypericum maculatum Crantz	**V**	**IV**	**V**	**V**	**V**	IV
Stellaria holostea L.	**V**	**V**	**V**	**V**	**IV**	V
Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv.	**V**	**V**	**V**	**III**	**V**	IV
Luzula pilosa (L.) Willd.	**III**	**V**	**V**	**V**	**V**	V
Fragaria vesca L.	**V**	**V**	**V**	**IV**	**IV**	V
Cirsium heterophyllum (L.) Hill	**V**	**V**	**V**	**IV**	**IV**	IV
Veronica chamaedrys L.	**V**	**IV**	**IV**	**IV**	**IV**	IV
Dryopteris filix-mas (L.) Schott	**III**	**IV**	**IV**	**V**	**IV**	IV
Potentilla erecta (L.) Raeusch.	**III**	**IV**	**III**	**IV**	**V**	IV
Solidago virgaurea L.	**IV**	**III**	II	**V**	**III**	IV
Agrostis tenuis Sibth.	**III**	**III**	**V**	**III**	**III**	IV
Carex leporina L.		**V**	**V**	**IV**	**III**	III
Ranunculus acris L.	**V**	**IV**	**IV**	**III**	**IV**	III
Calamagrostis arundinacea (L.) Roth	**III**	**III**	**IV**	**IV**	**IV**	III
Equisetum sylvaticum L.	**IV**	**IV**	**IV**	**III**	**III**	III
Maianthemum bifolium (L.) F.W. Schmidt	**IV**	**III**	II	**IV**	**III**	III
Epilobium montanum L.	**III**	**IV**	**V**	II	**III**	III
Campanula patula L.	II	**IV**	**IV**	**III**	**III**	III
Prunella vulgaris L.	**V**	**III**	II	II	II	III
Thalictrum aquilegiefolium L	**III**	**III**	II	**IV**	II	III
Carex vesicaria L.	II	**V**	**III**	II	**III**	III
Melampyrum nemorosum L.	**V**	**III**	II	I	II	III
Oxalis acetosella L.	**IV**	**III**	II	**IV**		III
Angelica sylvestris L.	**IV**	**III**	**III**	II		III
Circaea alpina L.		**IV**		**V**	**III**	III
Geranium pratense L.	V	**III**	I	I		II
Viola palustris L.	II	II	II	**III**	**IV**	II
Ajuga reptans L.	**IV**	II		II		I
Athyrium filix-femina (L.) Roth	**IV**	I		I		I
Vicia sepium L.	**IV**	II				I

Notes to table 3. *Communities indices are listed in table 2. **Constancy classes: I – specie was found in 0-20% of descriptions, II – 21-40%, III – 41-60%, IV – 61-80%, V – 81-100%.

Table 4. Undergrowth canopy density in different types of communities (%).

Communities / Plant species	1*	2	3	4	5	6	7
Sorbus aucuparia L	10.3	1.5	1.6	1.7	1.0	1.8	2.0
Populus tremula L.	18.3	21.1	6.9	5.4	5.0	2.6	10.5
Betula pendula Roth	1.8	4.1	1.3	1.9	–	1.0	3.0
Acer platanoides L	2.1	1.6	1.0	1.0	–	–	–
Frangula alnus Mill.	10.6	2.6	5.8	2.7	–	1.3	1.0
Rubus idaeus L.	11.6	4.3	4.5	6.1	10.0	13.0	16.0
Corylus avellana L.	3.6	4.8	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0
Salix cinerea L.	18.3	1.0	2.0	1.0	–	7.0	1.0
Viburnum opulus L.	1.0	1.0	–	1.0	–	–	–
Picea abies (L.) H. Karst	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	–
Daphne mezereum L.	–	–	1.0	–	1.0	1.0	–
Padus avium L.	–	1.0	1.0	–	–	–	1.0

Notes to table 4. *Communities types: 1 – forb and forb plus great willow herb, 2 – forb and *Juncus*, 3 – great willow herb and *Juncus*, 4 – tussock-grass and *Juncus*, 5 – forb and tussock-grass, 6 – tussock-grass and wood-reed, 7 – *Juncus* and wood-reed.

The results of our research show that the conditions for the renewal of tree and shrub species are closely connected to the ground cover composition, and the latter is a good indicator for ecotope conditions (Melekhov, 1980).

Ecotopic structure of cutting area. In order to identify the differentiation of ecotopic conditions within the cutting area, the releves were analyzed on the basis of L.G. Ramensky's scales (1956). The use of ecological amplitudes of plant species makes it possible to ordinate vegetation communities in ecological space. We used the scales of humidity and nutrient soil status. Ecological ranges have been built for some community groups (fig. 4, 5).

The widest ecological amplitude in relation to humidity was observed in the forb and forb plus willow-herbs communities with aspen and birch undergrowth (1a), and willow-herbs plus *Juncus* communities with broad-leaved undergrowth (3б). At the same time, only willow-herbs plus *Juncus* communities with broad-leaved undergrowth are adapted to the driest habitats (the scale of dry and fresh meadows and forests). The main part of the ecological ranges of all the communities under consideration is located in the stages of wet meadow moisturizing, which is typical for southern taiga. Such communities as forb and forb plus willow-herbs ones with aspen and birch undergrowth, forb and forb plus willow-herbs with raspberry and buckthorn undergrowth, tussock-grass and *Juncus* with undergrowth of aspen and birch, can also form under conditions of wet meadows. Regarding the soil richness, all communities correspond to not rich (mesotrophic) soils with a slightly acid reaction. At the same time, willow-herbs plus *Juncus* communities with broad-leaved undergrowth (3b), and forb and *Juncus* ones with undergrowth of aspen and birch (2a) are indicators of more trophic habitats.

Communities without undergrowth correspond to ecotopes with moist-meadow and wet-meadow humidity scale. *Juncus* and wood-reed communities form in the most wet habitats (they occupy small lowlands in the northern and south-eastern parts of cutting). Forb and tussock-grass communities form in the drier biotopes, and cannot be found in the wet meadows. The broadest ecological amplitude is found in tussock-grass plus wood-reed communities, because their formation is largely characterized by the high disturbance and density of soil cover. Regarding soil

richness, all herbaceous communities are in approximately same conditions, within the steps of not rich mesotrophic, weakly acidic soils.

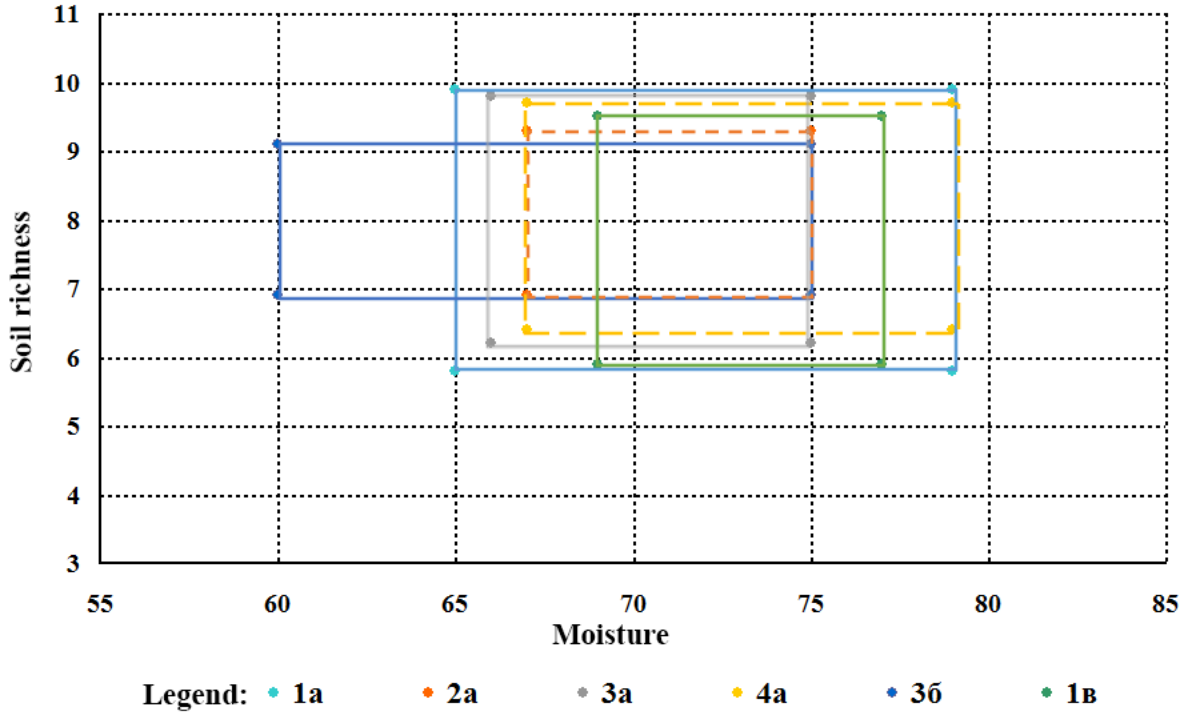


Fig. 4. Ecological ranges of post-cutting communities with tree and shrub undergrowth. *Legend:* 1а-3б – indices of community types are listed in table 2.

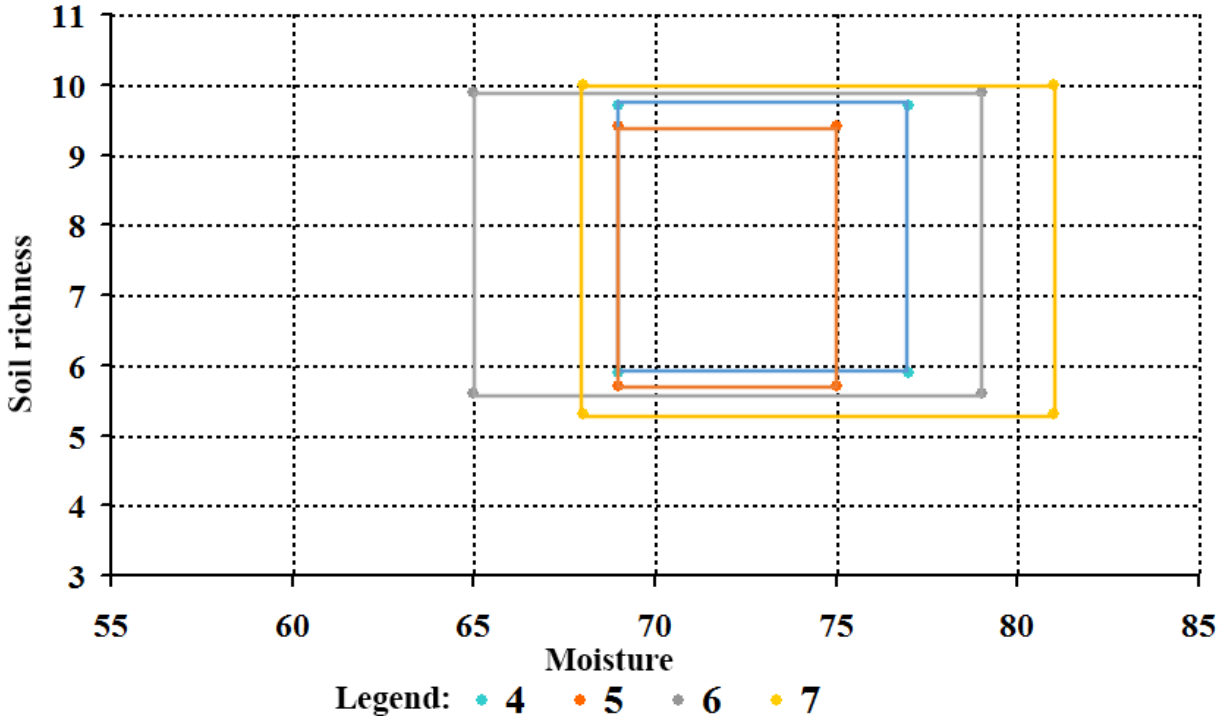


Fig. 5. Ecological ranges of post-cutting herb communities. *Legend:* 4-7 – indices of community types are listed in table 2.

The location of ecotopes that differ in the average score of moisture and soil richness is presented on cartographic schemes (fig. 6, 7), which were used to identify conditions for the production of organic matter in the cutting area.

Functional structure of post-cutting communities. The result of the functional activity of phytocenosis is the primary biological productivity, manifested in the accumulation of phytomass. In order to characterize production processes, information is needed on the mass of plants, their height, and the rate of phytomass accumulation (plants' increment, litter and mortmass). It is important to take into account the distribution of these parameters in the cutting area according to communities' types. This is a functional structure of post-cutting vegetation cover. Two approaches were used to study the dynamics of phytomass and the productivity of phytocenoses at the cutting: method of mowing with subsequent analysis of phytomass at the test sites, and three-fold measurements of plant height growth at the same sites.

Analysis of data on changes in plant height allowed us to identify a group of species, which were found on the most test sites and which has the total growth for the season. The values of their average growth within each transect and cutting area are presented in the table 5.

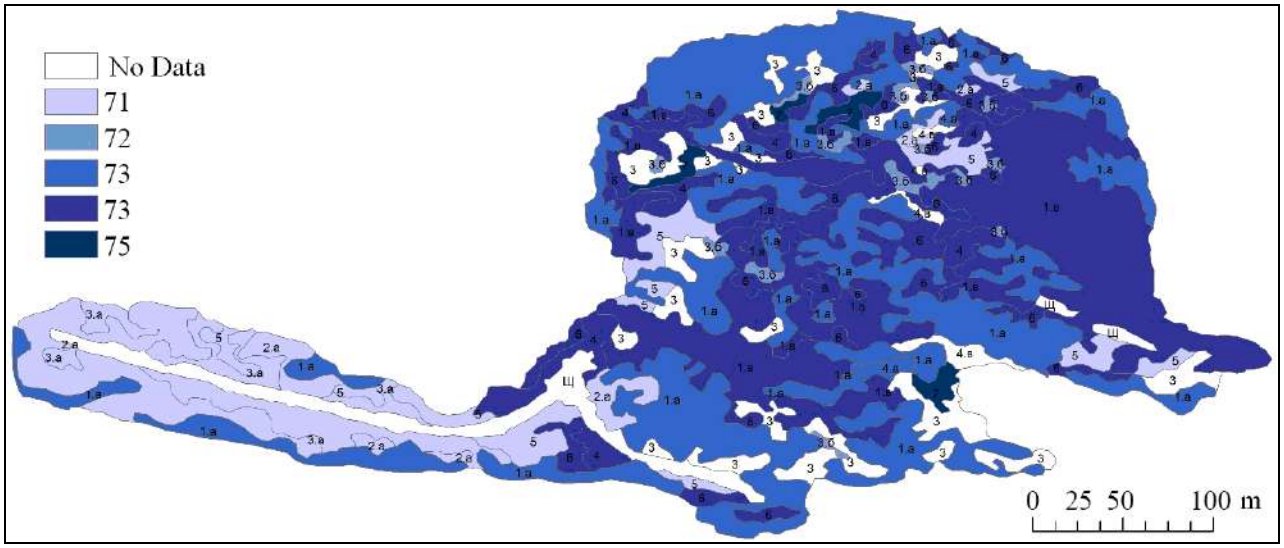


Fig. 6. Humidity in clear-cutting ecotopes according to L.R. Ramensky (1956) scale; indices of community types are listed in table 2.

A significant increase in height is given by two groups of plants: tree undergrowth and some herbaceous species. Moreover, the largest growth is observed in dominant species of post-cutting communities: *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth and *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. The greatest importance for carbon storage will be the growth of tree species, such as *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L., *Frangula alnus* Mill. and *Sorbus aucuparia* L., since they produce enough phytomass to keep absorbed carbon for a longer time than one season, like the grasses do. It is important to note that some plants (*Frangula alnus* Mill., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth) have a very strong scatter in growth values around the cutting, which is associated with a change in ecotopic conditions and is reflected in the spatial heterogeneity of phytomass accumulation.

The phytomass was cut at the test sites and sorted by species composition and by fractions: herbs, trees and shrubs (leaves, branches, stems), litter and dead phytomass. The diagrams, reflecting the change in the fractions phytomass by transects, allow us to detect the patterns of phytomass changes according to the distance from the forest edge (fig. 8). The closest the edge of

the forest is, the highest the proportion of trees and shrubs in the phytomass fractions becomes. In forest communities, the weight of herbs decreases sharply and a significant amount of dead phytomass (uncomposed pieces of branches and bark) is observed.

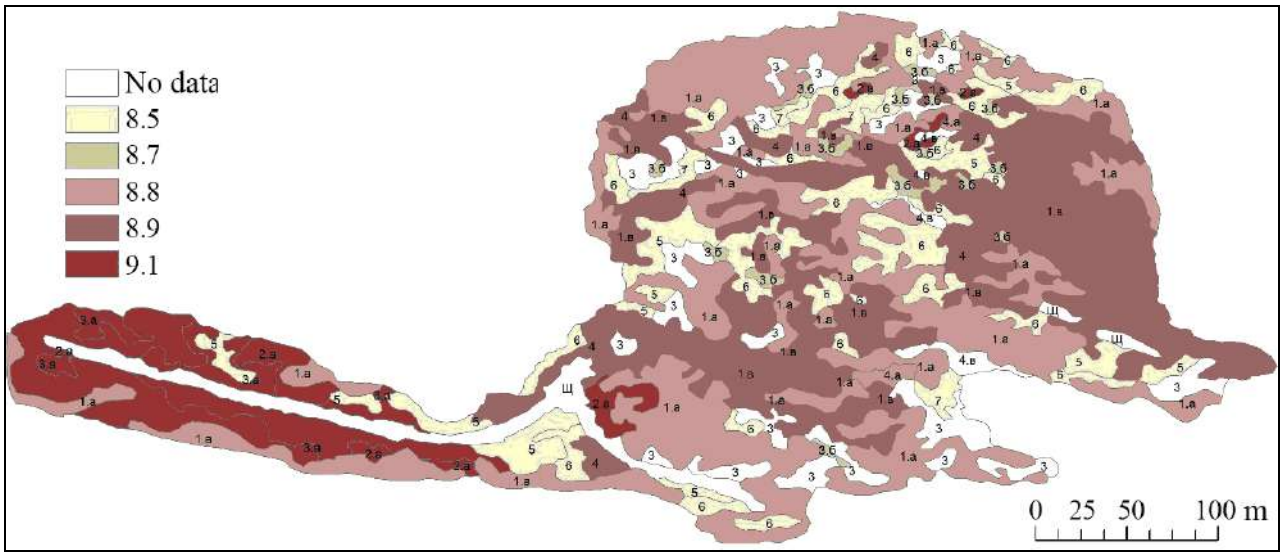


Fig. 7. Nutrient status of clear-cutting ecotopes according to L.R. Ramensky (1956) scale; indices of community types are listed in table 2.

Table 5. Increments of key plant species along transects from June to August (cm).

Plant species \ Transects	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Average increment	Standard deviation
Tree species and shrubs								
Betula pendula Roth	13.6	10.5	5.1	9.2	18.8	15.1	11.1	4.8
Frangula alnus Mill.	2	24.6	4.1	11.3	24.9	–	17.9	11.2
Rubus idaeus L.	3.4	10.5	-5.2	8.2	8.4	5.3	6.3	5.6
Populus tremula L.	9.7	7.1	5	20.8	–	1.5	8.3	7.5
Sorbus aucuparia L.	0.5	8	-5	12	1.9	7.5	2.7	6.1
Herbs								
Calamagrostis arundinacea (L.) Roth	7.2	–	8.6	23.5	21.3	3.6	11.1	9.5
Hypericum maculatum Crantz	11.4	13.1	8.4	0.02	7.4	8.5	8.3	4.5
Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.	33.5	23.6	11.7	7.3	2.7	29.6	13.1	12.6
Poa annua L.	3.1	2.5	6.5	5	10.2	–	7.6	3.5
Luzula pilosa (L.) Willd.	-1.2	2.4	-0.01	3.4	3.2	0.2	2.2	1.9

The contribution of individual plant species to the phytomass is related to their abundance and height. Therefore, for *Rubus idaeus* L. the correlation coefficient between the height of the individual and the phytomass is 0.91, significant under α=0.001 (fig. 9). Respectively, we can conclude that phytomass increases with height growth of individuals of trees and shrubs

undergrowth and herbaceous plants in the post-cutting communities. This increase is clearly visible in many species when moving from the central part of the cutting area to the forest edge, for example, for *Rubus idaeus* L. (fig. 10). The similar data was obtained for other species too: *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop, *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth and *Betula pendula* Roth.

Among the dominant herbaceous species, there are various growth reactions in different parts of the cutting area. *Juncus effusus* L. in all releves has approximately the same height, but was found mainly in the central part of the cutting, growing in larger numbers not closer than 50 m from the forest edge. *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv. also has approximately the same height, but significantly reduces its presence closer to the forest. *Hypericum maculatum* Crantz is not dominant in any community, but it occurs throughout the whole cutting area with similar height parameters.

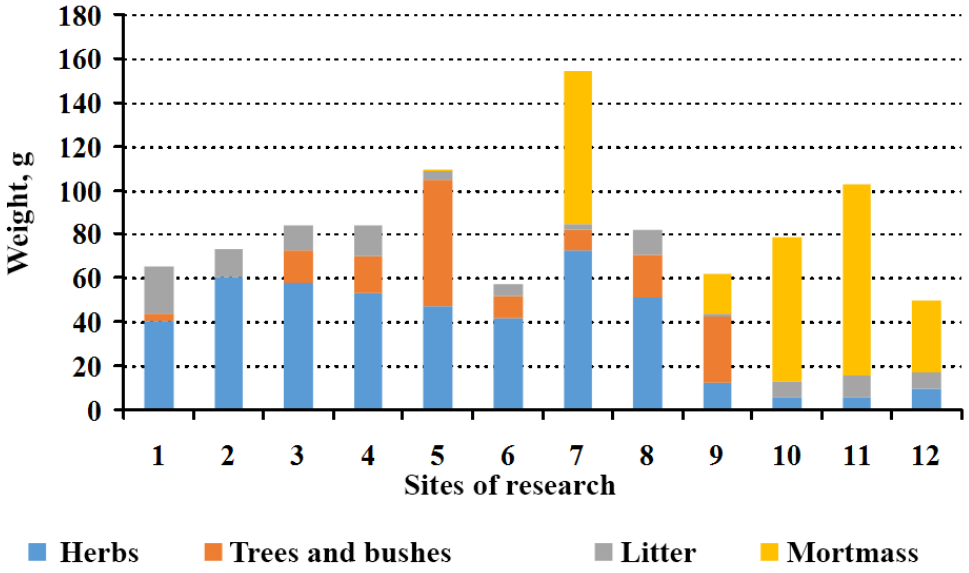


Fig. 8. Phytomass fractions within the accounting sites of the transect. *Legend:* sites 1-9 – clear-cutting, 10-12 – forest.

In addition, it is clearly seen that from the center of the cutting area to the edge of the forest, the projective cover of the herbaceous layer decreases as the undergrowth closeness increases (fig. 11).This also affects the contribution of species groups to the total phytomass and the heterogeneity of its distribution over the cutting area.

Plant height and rate of phytomass accumulation depend not only on distance from the forest edge, but also on belonging to different types of communities. According to the obtained data that reflects the height and growth of key species in different types of communities for season, *Betula pendula* Roth has maximal height in forb plus willow-herbs communities with aspen and birch undergrowth. *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth has maximal height and phytomass in forb plus willow-herbs and willow-herbs plus *Juncus* communities with aspen and birch undergrowth, as well as in tussock-grass plus wood-reed communities. *Hypericum maculatum* Crantz has the maximal growth in forb plus willow-herbs and willow-herbs plus *Juncus* communities with aspen and birch undergrowth, as well as in willow-herbs plus *Juncus* ones with broad-leaved species undergrowth. *C. angustifolium* (L.) Scop. reaches its maximal height in forb plus willow-herbs communities with aspen and birch undergrowth and in raspberry plus buckthorn and rowan ones. Generally, the obtained data confirms the assumption that plants have maximal height when they are dominant in communities, because they have the best conditions for their growth.

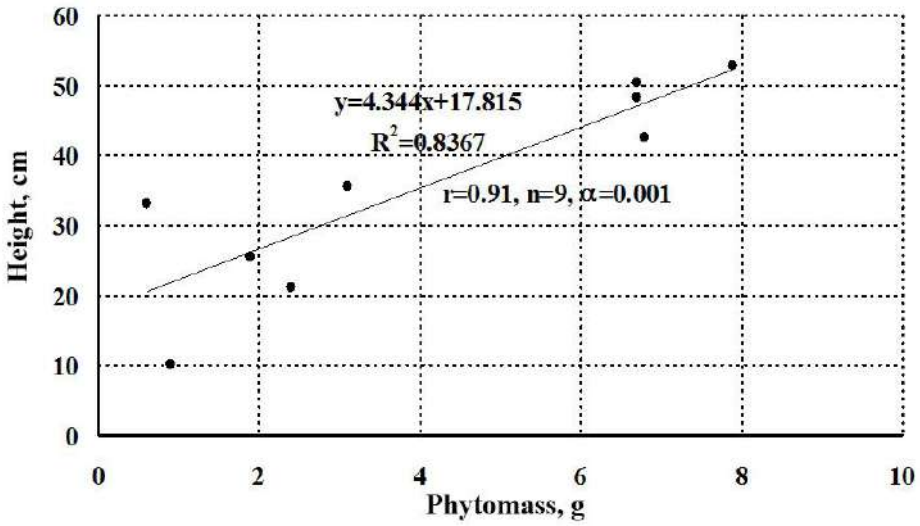


Fig. 9. Correlation between the height and phytomass of *Rubus idaeus* L. with its trend line and formula.

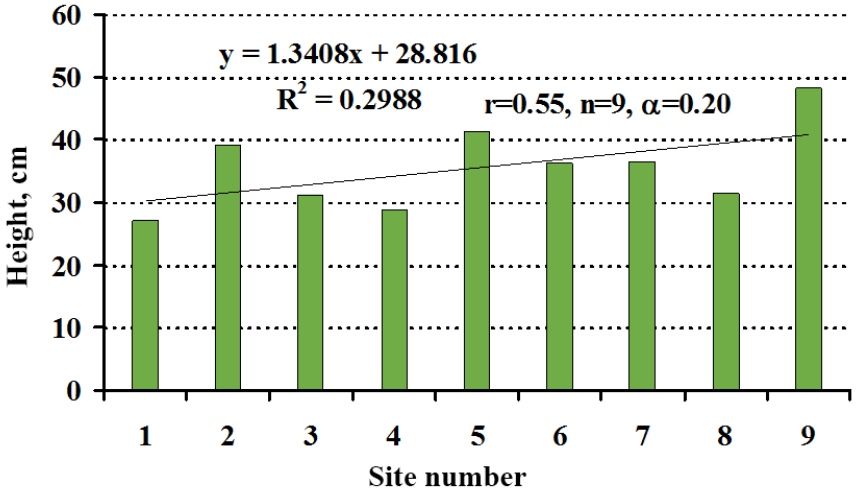


Fig. 10. Changing of *Rubus idaeus* L. height from the center of clear-cutting area (1) to the forest frontier (9), continuous line marks its trend line and formula.

The information obtained on the height, increments and phytomass of some plants allows us to draw conclusions about their contribution to the creation of organic matter and carbon deposition. Correlation relations can be detected, which will allow to determine the phytomass by the height and projective cover of some indicator plant species in different types of communities without additional measurements.

According to the data obtained during the analysis of phytomass, the average phytomass (g/m^2) was established for all detected communities (table 6). The largest phytomass are recorded in forb and forb great willow grass communities with undergrowth of aspen and birch (616 g/m^2) due to the contribution of the aspen and birch undergrowth phytomass. Among the communities with undergrowth, the least phytomass (377 g/m2) has tussock-grass and *Juncus* with raspberry, rowan, buckthorn and willow communities, because tussock grass forms unfavorable conditions for undergrowth renewal. Among the herbaceous communities without undergrowth, the great willow grass and *Juncus* communities are noticeably distinguished by phytomass, which is achieved

through the participation of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. The least phytomass among herbaceous communities is observed in the *Juncus* and wood-reed communities, only 260 g/m^2.

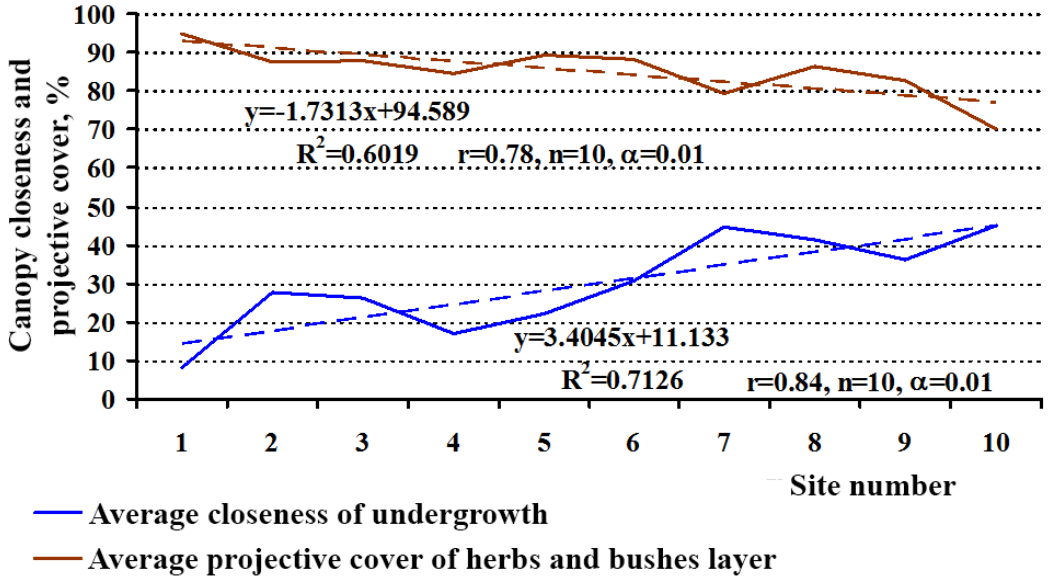


Fig. 11. Changing of undergrowth canopy density (blue line) and projective cover of herbs and bushes layer (orange line) along the transect, from the center of clear-cutting area (1) to the forest frontier (10) with their trend lines and formulas.

Table 6. Average phytomass in clear-cutting communities (g/m^2).

Index in the map legend	Post-cutting vegetation communities	Average phytomass, g/m^2
1а	Forb and forb plus willow-herbs with aspen and birch undergrowth	616
2а	Forb and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	438
3а	Willow-herbs and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	445
4а	Tussok-grass and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	386
3б	Willow-herbs and *Juncus* with broad-leaved species undergrowth	445
1в	Forb and forb plus willow-herbs and raspberry with rowan and buckthorn	442
4в	Tussok-grass and *Juncus* raspberry with rowan and buckthorn	377
3	Willow-herbs and *Juncus*	335
4	Tussok-grass and *Juncus*	261
5	Forb and tussock-grass	285
6	Tussok-grass and wood-reed	285
7	*Juncus* and wood-reed	260

An integral expression of the functional structure of the studied cutting area is created map of the phytomass distribution (fig. 12), which reflects the average values of phytomass in different types of communities, in accordance with the map of post-cutting succession communities (fig. 3). According to the obtained map, communities located closer to the forest edge in more humid

ecotopes have the largest phytomass. The lowest phytomass values are observed in communities without undergrowth, located in the central parts of the cutting area within dry and disturbed habitats. The range of phytomass values within the post-cutting communities is quite large – from 200 to 500 g/m^2.

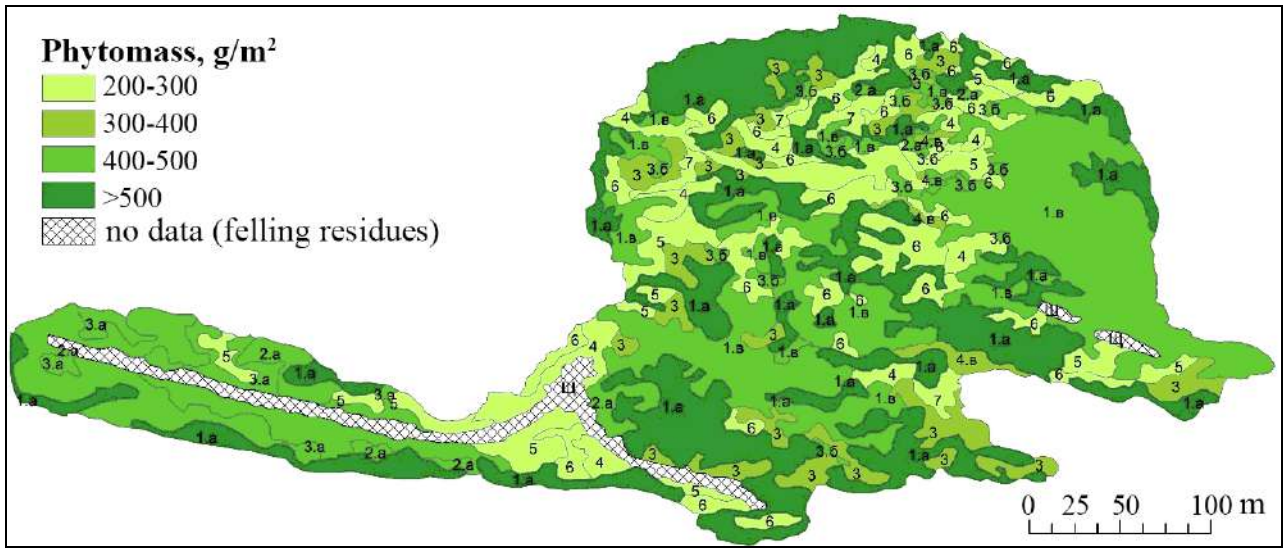


Fig. 12. Phytomass distribution within the clear-cutting area; indices of community types are listed in table 2.

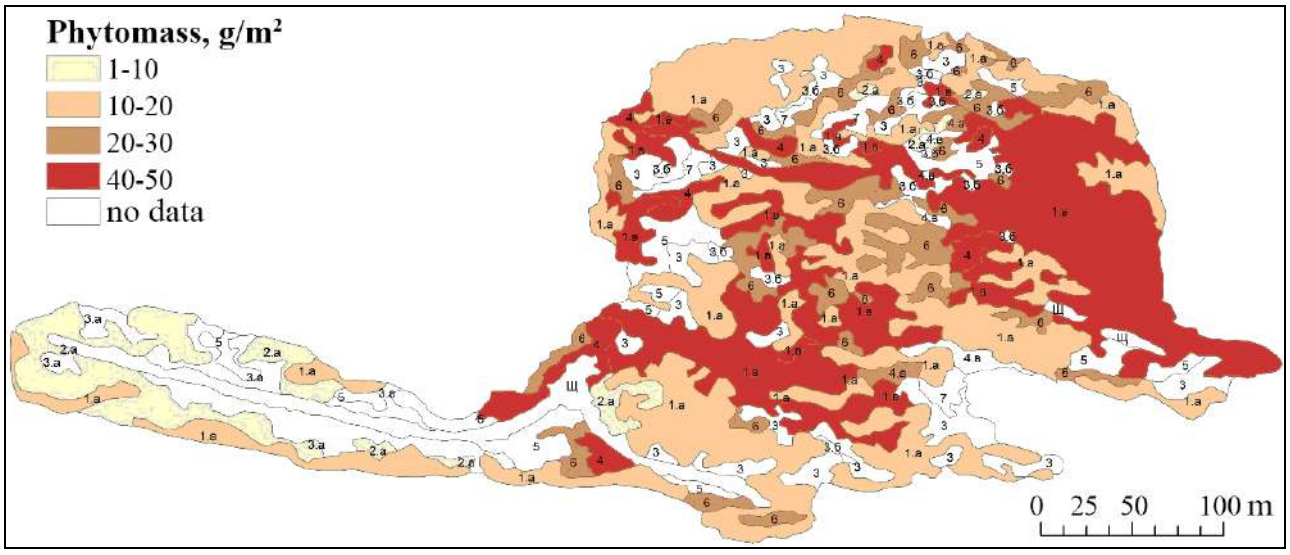


Fig. 13. Distribution of *Luzula pilosa* phytomass in the clear-cutting communities; indices of community types are listed in table 2.

Comparison of the phytomass distribution with maps of ecotopic conditions in the system of ecological ordination (fig. 6, 7) show that, the optimal conditions for phytomass accumulation are the 73th humidity step (moist meadow) and 8.8 nutrient status step (not rich soils with weak acid reaction). The proposed approach to study the phytomass distribution can be used to identify changes in individual species phytomass in different communities and also to compare these values with ecotopic conditions. So, on the map of the phytomass distribution *Luzula pilosa* (L.) Willd,

(fig. 13), one can notice the dependence of its phytomass production on ecotopic conditions. This species reaches the maximal phytomass in the most moistened ecotopes, the 74th step (fig. 6), which does not coincide with the general phytomass distribution, since the ecological amplitudes of each species are individual.

Table 7. Phytomass stocks in clear-cutting communities (centner).

Index in the map legend	Post-cutting vegetation communities	Phytomass stocks, centner	Share in the total phytomass, %
1а	Forb and forb plus willow-herbs with aspen and birch undergrowth	98.06	44.8
2а	Forb and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	14.97	6.8
3а	Willow-herbs and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	9.76	4.5
4а	Tussok-grass and *Juncus* with aspen and birch undergrowth	1.01	0.5
3б	Willow-herbs and *Juncus* with broad-leaved species undergrowth	2.94	1.3
1в	Forb and forb plus willow-herbs and raspberry with rowan and buckthorn	52.32	23.9
4в	Tussok-grass plus *Juncus* and raspberry with rowan and buckthorn	1.49	0.7
3	Willow-herbs and *Juncus*	10.93	5.0
4	Tussok-grass and *Juncus*	6.55	3.0
5	Forb and tussock-grass	7.08	3.2
6	Tussok-grass and wood-reed	12.19	5.6
7	*Juncus* and wood-reed	1.68	0.8
	Total:	219.04	100.0

The obtained data made it possible to calculate phytomass values by the areas occupied by different types of communities, and the total phytomass stock within studied cutting (table. 7). Taking into account the occupied areas, the largest contribution to the phytomass is made by forb and great willow grass communities with aspen and birch undergrowth (45%) and forb and great willow grass raspberry communities with rowan, buckthorn and willow undergrowth (24%). The total stock of phytomass in the post-cutting communities comprises 219 centners of dry matter.

Conclusions

In the course of the study of post-cutting vegetation spatial-functional heterogeneity the following conclusions were made.

1. The combination of hydrothermal characteristics, the nature of the relief and underlying rocks contribute to the formation of bogging soils and the swamping processes within the whole reserve territory and within studied cutting. Moistened spruce forests predominate in the vegetation cover, under cutting they are changed by small-leaved forests formed by common birch, aspen, alder.

2. The nature of post cutting reforestation depends not only on the zonal position of territory, but also on a number of other factors: relief, humidity, tree species composition and its age, ground cover, logging technologies, undergrowth conservation, which determine inner renewal mosaic of vegetation.

3. Studies of the species composition in communities showed an increase in species richness at the first stage of overgrowth (more than 30 species per 100 m^2); at this stage the group of characteristic species with high classes of constancy forms. These species play an active role in the composition of vegetation.

4. Analysis of the spatial structure of post-cutting vegetation revealed 7 types of post-cutting communities by dominants of herbaceous layer and 3 types of forming undergrowth. The largest area (more than 60%) is occupied by forbs and great willow grass communities with aspen and birch undergrowth and *Juncus* communities without undergrowth.

5. The undergrowth height and closeness depend on forest conditions in a particular territory, namely, from the distance to the forest edge and the features of a ground cover. The most favorable conditions for the renewal of undergrowth are formed in the forbs and great willow grass communities near the forest edge.

6. Analysis of ecotopic conditions with the help of ecological scales L.G. Ramensky showed that the study area is characterized by moisture from fresh meadow to wet meadow steps and not rich mesotrophic weakly acidic soils. Differentiation of conditions is reflected in the distribution of communities: tussock-grass communities form in more dense and disturbed parts; great willow grass and juncaceous communities with broad-leaved undergrowth form in the driest ecotopes; tussock-grass and *Juncus* and *Juncus* plus wood-reed communities form in the most wet ecotopes.

7. The result of the phytocenosis functioning is the primary biological productivity, manifested in the accumulation of phytomass, the values of their height, increment, litter and dead phytomass. Two groups of plants make the greatest contribution to the phytomass production and carbon deposition: tree undergrowth (birch and aspen) and some herbaceous dominants (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. and *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth). These species can be used as indicators of a certain level of phytomass accumulation.

8. The map of the post-cutting communities total phytomass distribution is an integral expression of the functional structure of the study area. The largest phytomass was detected in forbs and great willow grass communities with aspen and birch undergrowth; the lowest – in forb and tussock-grass and tussock-grass and reed communities.

9. Composed maps of the plant communities distribution, phytomass, and ecological regimes show the spatial relationships between phytomass accumulation, ecotopic and coenotic conditions.

The data obtained can then be used for conjugate analysis with pulsation measurements for carbon balance components. Despite the fact that the process of accumulation of phytomass is actively ongoing at the cutting site, according to turbulent pulsation measurements, it is still a source of CO_2 for the atmosphere at this stage. Detailed information on the structure and course of production processes in different types of communities will help to study in more details the essence of carbon deposition processes, and evaluate the contribution of individual communities and species to carbon sequestration. The study of vegetation is the first step in the research of these relationships. In the future, it seems possible to establish more accurate correlations between the height, projective cover and phytomass of individual plant species in different types of communities.

Measurement of indicators for key dominant species will allow assessing phytomass reserves in the territory and, respectively, the rate of carbon deposition / emission.

REFERENCES

Amiro B.D. 2001. Paired-Tower Measurements of Carbon and Energy Fluxes Following Disturbance in the Boreal Forest // Global Change Biology. Vol. 7. P. 253-268.

Central Forest State Natural Biosphere Reserve. 2007 / Comp. Ju.G. Puzachenko et al. Moscow: "Delovoj Mir". 80 p. (in Russian).

Geobotanical Division of Non-Chernozem European Part of the RSFSR. 1989 / Eds. V.D. Aleksandrova, T.K. Jurkovskaya. Leningrad: Nauka. 64 p. (in Russian)

Isaev A.S., Korovin G.N., Sukhikh V.I., Titov S.P., Utkin A.I., Golub A.A., Zamolodchikov D.G., Prjazhnikov A.A. 1995. Environmental Problems of Carbon Dioxide Absorption by Reforestation and Forest Planting in Russia. Moscow: Center of Environmental Policy. 156 p. (in Russian).

Kimball J.S., Ghornton P.E., White M.A. 1997. Simulating Forest Productivity and Surface Atmosphere Carbon Exchange in the BOREAS Study Region // Tree Physiology. Vol. 17. P. 589-599.

Kryshen A.M. 2006. Vegetation Communities of cuttings in Karelia. Moscow: Nauka. 262 p. (in Russian).

Kudejarov V.N. 2017. Contemporary State of Carbon Balance in Russia: Methods of Researches and Natural Limits for Carbon Stock by Soil Cover // Biogeocenology in XXI Century: Ideas and Technologies. V.N. Sukhachev Memory Readings. Vol. 24. Moscow: KMK. P. 101-114. (in Russian).

Kurbatova Ju.A, Olchev A.V. 2017. Contemporary Above-ground Methods of Researching Energy and Mass-change in Biogeocenosis // Biogeocenology in XXI Century: Ideas and Technologies. V.N. Sukhachev Memory Readings. Vol. 24. Moscow: KMK. P. 115-132. (in Russian).

Leonova N.B., Goryainova I.N. 2011. Restoration of Forest Vegetation in Clearings in the Middle Taiga of the Arkhangelsk Oblast According to Long-term Observations // Proceedings of Moscow Department of Russian Geographical Society. Biogeography. No. 16. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences. P. 21-29. (in Russian).

Leonova N.B. 2000. Features of Changes in the Floristic Diversity of Plant Communities in Clearings of the Central Part of European Russia // Micro-focal Processes – Indicators of a Destabilized Date of the Application. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences. P. 86-97. (in Russian).

Mamkin V.V. 2017. Energy-mass Atmosphere Transfer within Cutting in Southern Taiga in the European Russia // Forests of European Russia under Climate Changes. Moscow: KMK. P. 71-81. (in Russian).

Melekhov I.S. 1980. Forest Science. Moscow: Forest Industry. 406 p. (in Russian).

Molchanov A.G., Kurbatova Ju.A., Olchev A.V. 2017. The Effect of Continuous Deforestation on CO2 Emissions from the Soil Surface // Izvestia of Russian Academy of Science. Biology series. No. 2. P. 190-196. (in Russian).

Open On-line Key-atlas of Vascular Plants and Lichens of Russia and Neighboring Countries. 2007 [Official site http://www.plantarium.ru (date of the application 12.03.2019-11.05.2019)].

Ramensky L.G. 1956. Ecological Assessment of Natural Forage Lands by Vegetation. Moscow: Selkhozgiz. 472 p. (in Russian)

The Central Forest State Biosphere Reserve. 2005 [Official site http://clgz.ru (date of the application 10.04.2019-11.05.2019)].

Ulanova N.G. 2007. Mechanisms of Succession of Vegetation of Clear-cutting in Spruce Forests of Southern Taiga // Actual Problems of Geobotany, III All-Russian School-conference. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center RAS. P. 198-215. (in Russian).

Ulanova N.G. 2012. Mechanisms of Succession of Vegetation of Clear-cutting in Spruce Forests of

CFSBNR // Long-term Processes in Natural Complexes of Russian Reserves. Velikie Luki: Velikoluksky Printing House. P. 152-157. (in Russian).

Williams C.A., Vanderhoof M.K., Khomik M., Ghimire B. 2014. Post-clearcut Dynamics of Carbon, Water and Energy Exchanges in Midlatitude Temperate, Deciduous, Broadleaf Forest Environment // Global Change Biology. Vol. 20 (3). P. 997-1007.

Zones and Types of Altitudinal Zonality of Vegetation of Russia and Adjacent Territories. 1999. Map. 1:8 000 000 / Ed. G.N. Ogureeva. Moscow: ECOR. 2 p. (in Russian).

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2019, том 3, № 4, с. 80-98

ГЕНЕЗИС ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 631.48

КАРБОНАТНЫЙ ПРОФИЛЬ КАК ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ МОНГОЛИИ[1]

© 2019 г. Е.И. Панкова, И.А. Ямнова

Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАН
Россия, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7. E-mail: pankova22@mail.ru

Поступила в редакцию 14.10.2019. После доработки 23.10.2019. Принята к публикации 25.10.2019.

В статье дана характеристика карбонатного профиля каштановых (сухостепных) почв Монголии. Каштановые почвы Монголии характеризуются в большинстве случаев наличием в профиле почв горизонта мучнистых карбонатов, содержание которых резко колеблется от 0.1% до 20-30% $CaCO_3$. При этом карбонатный горизонт часто не одинаково выражен на разных стенках даже одного разреза. Он может характеризоваться наличием сильноокарбоначенных пятен разного диаметра (20-50 см), либо выделяться в виде прослоев разной мощности, расположенных на разной глубине в профиле каштановых почв. Сильноокарбоначенный горизонт, по нашему мнению, не является следствием современного почвообразования, карбонаты таких горизонтов унаследованы от почвообразующей породы. В настоящее время сильноокарбоначенный горизонт находится в стадии разрушения. Однако процесс современного карбонатообразования как элементарный почвенный процесс также проявляется в каштановых почвах Монголии в виде очень слабого окарбоначивания мелкоземистого материала за счет биогенного накопления карбонатов, а также, возможно, за счет их эолового поступления, о чем свидетельствует наличие карбонатных корок на камнях, лежащих как на поверхности, так и в профиле почв. Таким образом, наличие карбонатов в каштановых почвах Монголии может являться как реликтовым признаком, связанным с особенностями почвообразующих пород, так и следствием современного почвообразования.

Ключевые слова: карбонатный горизонт, мучнистые карбонаты, натечные карбонатные корки, современные и реликтовые карбонатные образования.

DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10046

Согласно международной классификации почв (Мировая …, 2014), особенностью реферативной почвенной группы – kastanozems (каштановые почвы) является обязательное наличие в профиле почв: 1) гумусового горизонта (mollic); 2) карбонатного горизонта (calcic), расположенного на глубине <50 см от нижней границы гумусового горизонта (mollic); и 3) насыщенность всего почвенного профиля основаниями (pH≥7). Кроме того, согласно ключу для определения реферативной почвенной группы каштановых почв, предложены 15 главных и 22 дополнительных квалификатора (признаков), что свидетельствует о разнообразии свойств, характеризующих эту группу почв. Однако указанные в квалификаторах признаки, в отличие от трех главных показателей, не являются обязательными для реферативной группы каштановых почв.

Следует отметить, что наличие карбонатного горизонта в профиле сухостепных каштановых почв как обязательного показателя зональных почв сухих степей отмечается в «Классификации и диагностике почв СССР» (1977), а также в «Классификации и диагностике почв России» (2004). В «Классификации ...» (1977) подчеркивается, что разные фациальные климатические подтипы каштановых почв характеризуются разной формой

[1] Работа выполнена по теме Госзадания НИР № 0591-2019-0023 «Выявить особенности засоления почв разных регионов Восточной Сибири и сопредельных территорий».

карбонатных выделений (карбонатная плесень, псевдомицелий, белоглазка и др.). Особо подчеркивается, что каштановые почвы умеренно-длительно-промерзающие, распространенные в межгорных котловинах Южного Алтая, Хакасии, Тувы и Забайкалья, характеризуются мучнистой формой карбонатов, а также натечной коркой карбонатных новообразований на нижней стороне щебня. В «Классификации ...» (2004) был выделен особый почвенный тип криоаридных почв (в отделе палево-метаморфических), который по классификации 1977 года относился к фациальному подтипу умеренно-длительно-промерзающих почв с обилием мучнистых карбонатов. Профиль этих почв характеризуется аккумулятивно-гумусовым горизонтом, мощностью 20-25 см, палево-метаморфическим и аккумулятивно-карбонатным горизонтами. При этом карбонатный горизонт характеризуется пропиточными (мучнистыми) формами карбонатных новообразований в мелкоземе и натечными формами («бородками») под щебнем. Эти почвы как «степные криоаридные» были впервые выделены В.И. Волковинцером (1978).

Поскольку центральноазиатская фация сухих степей охватывает не только сухостепную зону юга Восточной Сибири России, но и сухие степи Монголии, в данной статье мы попытаемся рассмотреть на большом фактическом материале особенности карбонатного профиля каштановых почв Монголии. Цель наших исследований состоит в решении вопроса о том, что является первопричиной особенностей карбонатного профиля сухостепных (каштановых) почв Монголии: современные почвенные процессы или реликтовые свойства, унаследованные от почвообразующих пород.

Объекты и методы

Объектом наших исследований является карбонатный профиль сухостепных каштановых почв Монголии. Наиболее подробно эта проблема была исследована нами на примере почв Восточной Монголии, на территории которой сухостепные каштановые почвы имеют очень широкое распространение (Панкова, 1964а). Наряду с этим нами исследовался карбонатный профиль каштановых почв и других регионов сухостепной зоны Монголии (рис. 1). Аналитическая характеристика почв дана по общепринятой методике (Аринушкина, 1970; Воробьева, 1978). Приведены фотографии шлифов, а также снимки образца под бинокуляром, взятые из диссертационной работы Е.И. Панковой (1964). Была проанализирована также литература, содержащая информацию о генезисе и формах карбонатных выделений в почвах разных регионов степной и сухостепной зон (Герасимов, Лавренко, 1952; Голубцов и др., 2014, 2017, 2019; Голубцов, 2017; Ковда, 2004, 2008; Ковда, Хохлова, 2015; Лебедева, Овечкин, 1975; Почвенный покров …, 1984; Соколова и др., 1987; Хохлова, Седов, 2000; Хохлова, Кузнецова, 2002; Худяков, 2009; Agatova et al., 2016; Carling et al., 2011; Landi et al., 2003; Durand et al., 2010; Rudoy, Baker, 1993; Vogt et al., 2018; Zamanian et al., 2016). Эта литература свидетельствует о большом интересе к проблеме генезиса карбонатного профиля в степных и сухостепных почвах как генетического показателя этих почв. При этом следует указать, что сведений о своеобразии карбонатного профиля и генезисе карбонатов в сухостепных почвах Монголии в современной литературе относительно мало.

Результаты и обсуждение

Природные условия сухостепной зоны Монголии, а также общая характеристика зональных – каштановых почв этого региона к настоящему времени достаточно хорошо изучены (Герасимов, Лавренко, 1952; Ногина, 1978, 1989; Ногина, Уфимцева, 1984; Максимович, 1986; Панкова, 1964б, 1997; Уфимцева, 1984; Почвенный покров …, 1984; Худяков, 2009).

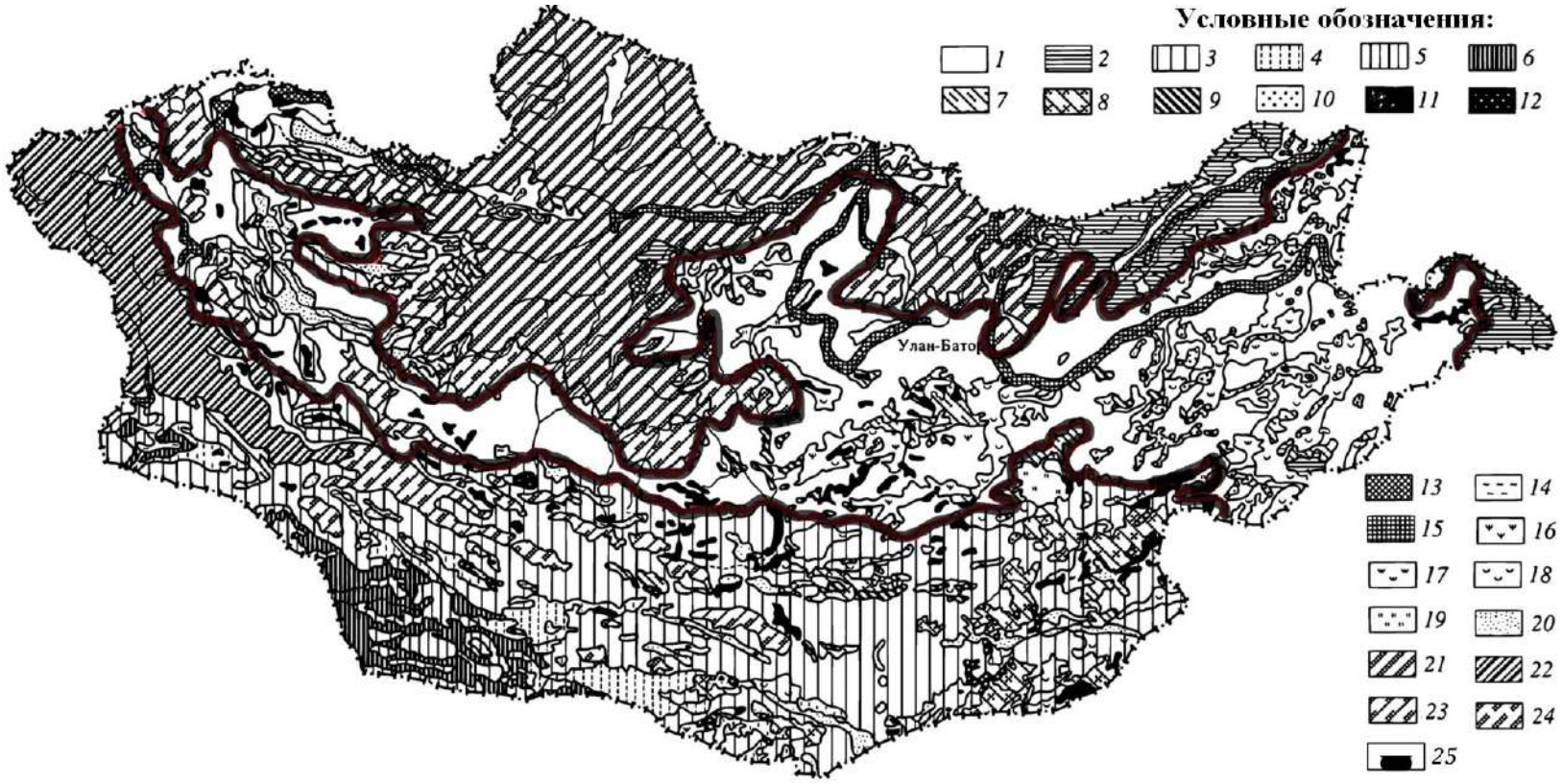


Рис. 1. Зона распространения каштановых почв на почвенной карте Монголии (Панкова, 1997). *Условные обозначения.* Почвы равнин и мелкосопочников: 1 – каштановые (темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые), 2 – черноземы, 3 – аридные (бурые пустынно-степные, палево-бурые и серо-бурые), 4 – серо-бурые средне-профильно-гипсоносные, 5 – крайнеаридные маломощные поверхностно-слабогипсоносные, 6 – крайнеаридные поверхностно-гипсоносные, 7 – каштановые и лугово-каштановые солонцеватые, 8 – бурые и серо-бурые солонцеватые, 9 – солонцы автоморфные, 10 – солонцы полугидроморфные и гидроморфные, 11 – солончаки, 12 – такыры, 13 – луговые засоленные мерзлотные (содовые), 14 – луговые засоленные, 15 – пойменные локально засоленные, 16 – участие солончаков, 17 – участие луговых солонцов, 18 – участие автоморфных солонцов и солонцеватых почв, 19 – участие луговых засоленных почв, 20 – пески. Почвы горных территорий: 21 – высокогорные и горные с участием мерзлотно-таежных, дерново-таежных, горно-луговых и горно-степных, 22 – высокогорные без участия мерзлотно-таежных и дерново-таежных, преимущественно горно-степные, сухостепные и таежно-горно-тундровые, 23 – горные, преимущественно сухостепные и степные, 24 – горные, преимущественно полупустынные и пустынные, 25 – зона распространения каштановых почв. **Fig. 1.** The chestnut soils distribution zone on the soil map of

Mongolia (Панкова, 1997). *Legend.* Soils of plains and hillocky areas: 1 – chestnut (dark chestnut, chestnut and light chestnut), 2 – chernozem, 3 – arid (brown desert-steppe, pale-brown and gray-brown), 4 – gray-brown middle-profile-gypsiferous, 5 – extremely arid thin surface weak gypsiferous, 6 – extremely arid surface-gypsiferous, 7 – chestnut and meadow chestnut solonetzic, 8 – brown and gray-brown saline, 9 – automorphic solonetzes, 10 – semi-hydromorphic and hydromorphic solonetzes, 11 – solonchaks, 12 – takyrs, 13 – meadow saline cryogenic (sodic), 14 – meadow saline, 15 – floodplain locally saline, 16 – participation of solonchaks, 17 – participation of meadow solonetzes, 18 – participation of automorphic solonetz and alkaline soils, 19 – part of meadow saline soils, 20 – sands. Soils of mountainous territories: 21 – alpine and mountainous with the participation of cryogenic-taiga, soddy-taiga, mountain meadow and mountain-steppe, 22 – alpine without the participation of cryogenic-taiga and soddy-taiga, mainly mountain-steppe, dry-steppe and taiga-mountain-tundra, 23 – mountainous, mainly dry-steppe and steppe, 24 – mountainous, mainly semi-desert and desert, 25 – chestnut soil distribution zone.

Эта территория относится к центральноазиатской экстраконтинентальной почвенно-климатической фации, характеризуемой криоаридным климатом. Среднегодовая температура воздуха колеблется от -3°С до 0°С. Осадки выпадают в летнее время, их количество достигает около 250-300 мм в год. Почвы характеризуются глубоким промерзанием, но при этом в профиле почв обычно отсутствует льдистая мерзлота. Почвы формируются под сухостепной растительностью. Сухостепная зона характеризуется господством почв легкого (часто щебнистого) гранулометрического состава, относительно слабо прогумусированных, как правило, незасоленных и несолонцеватых, со своеобразным мучнистым карбонатным горизонтом.

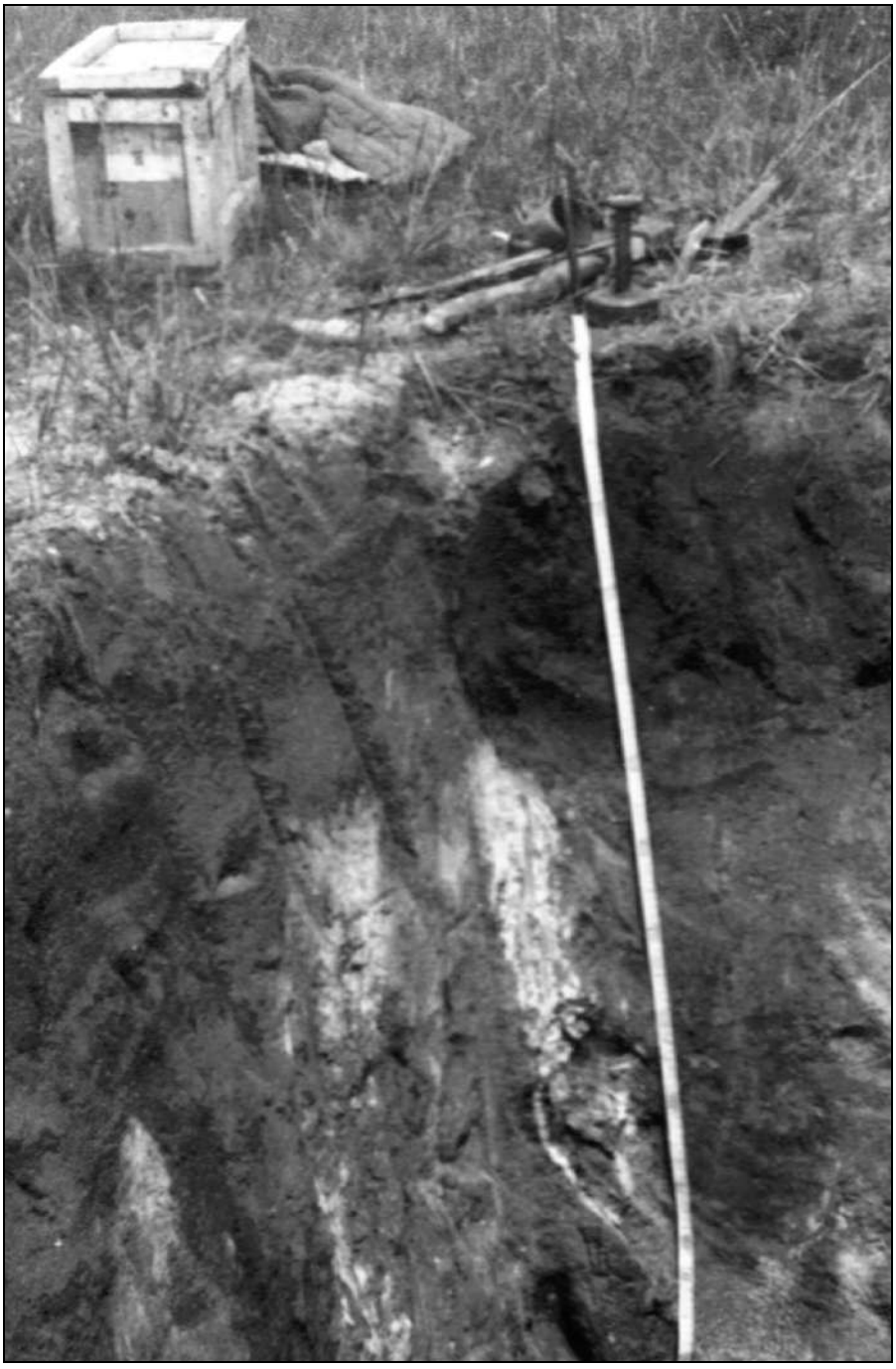
Особенности карбонатного горизонта каштановых почв Монголии были подробно рассмотрены в ряде публикаций К.А. Уфимцевой и Н.А. Ногиной (Ногина, 1978, 1989; Ногина, Уфимцева, 1984; Почвенный покров …, 1984), а также рядом других авторов (Панкова, 1964б; Худяков, 2009), изучавших степные и сухостепные почвы Монголии.

При этом каштановые почвы Монголии были определены Н.А. Ногиной и К.А. Уфимцевой как каштановые мучнисто-карбонатные (Почвенный покров …, 1984), что свидетельствует о значимости карбонатного горизонта как генетического показателя этих почв. Описывая карбонатный профиль каштановых почв Монголии, К.А. Уфимцева подчеркивает, что глубина залегания карбонатного горизонта и содержание карбонатов в каштановых почвах может очень сильно варьировать в пределах даже одного разреза. Поэтому глубина карбонатного горизонта и содержание карбонатов не могут являться диагностическими показателями каштановых почв Монголии. Иногда карбонаты в профиле каштановых почв на одной стенке разреза могут отсутствовать, а на другой быть четко выражены. Относительно редко можно встретить в сухих степях Монголии каштановые почвы, в профиле которых вообще отсутствует четко морфологически выраженный карбонатный горизонт. Поэтому К.А. Уфимцева (Почвенный покров ..., 1984) приходит к выводу, что карбонатный горизонт в каштановых почвах Монголии – реликтовый. В данной статье нами приведен материал, характеризующий карбонатный профиль каштановых почв Монголии, полученный в результате крупномасштабного картографирования, проведенного нами на территории Восточно-Монгольской равнины – в районе г. Чойбалсан (Панкова, 1964б), а также в других регионах сухостепной зоны Монголии (Панкова, 1997). Итоги этих работ и обобщения литературных данных и положены в основу данной статьи.

Как было отмечено выше, одной из характерных особенностей сухостепных почв Монголии является их карбонатность, то есть повышенное содержание преимущественно $CaCO_3$ в отдельном горизонте почвенного профиля. При этом карбонатный горизонт часто бывает не сплошным, а в виде мучнистых мергелистых карбонатных пятен диаметром до 20-

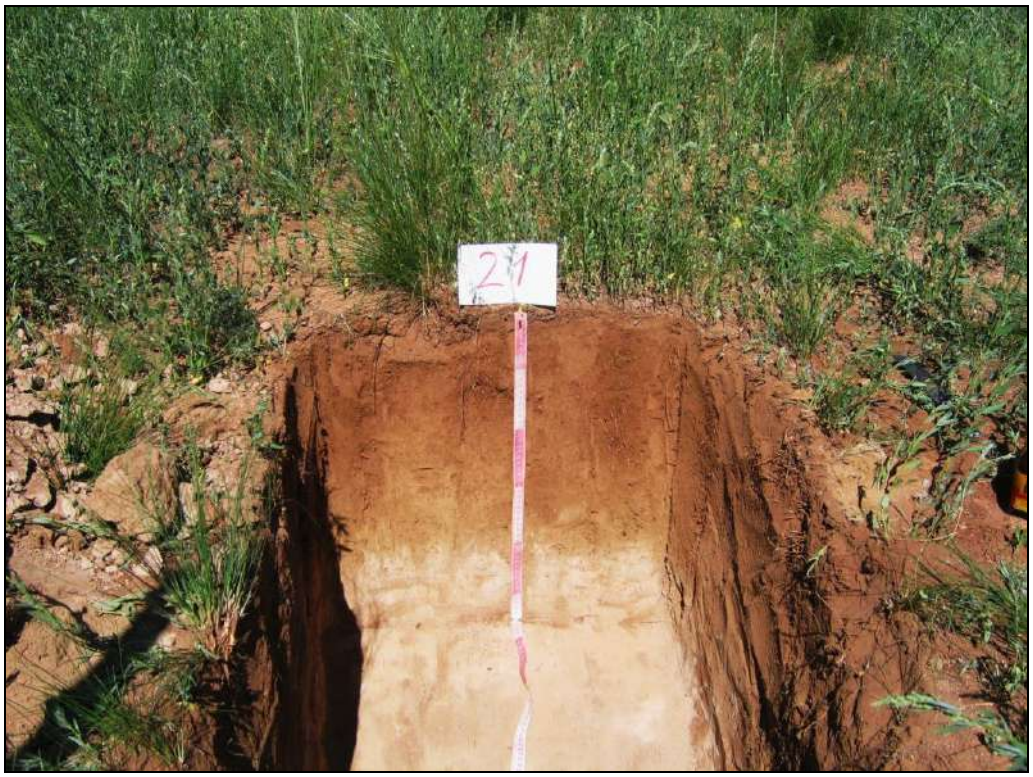
50 см или карбонатных белесых потеков, вытянутых вниз по профилю почв (фото 1 а). Иногда карбонатные пятна или прослои выделяются на одной стенке разреза и отсутствуют на другой (фото 1 б, с).

Для каштановых почв Монголии характерно наличие карбонатного горизонта (Вса), расположенного под прогумусированными горизонтами А и АВ1. При этом почвообразующая порода (горизонт С) часто не содержит карбонатов, либо содержит их, но в меньшем количестве, чем Вса (рис. 2).



а)

Фото 1 а. Выраженность карбонатного горизонта в каштановых почвах Восточной Монголии: а) мучнистое пятно в профиле почв. **Photo 1 a.** The manifestation of a calcareous horizon in the chestnut soils of Eastern Mongolia: a) powdery spot in the soil profile.



б)

в)

Фото 1 б-в. Выраженность карбонатного горизонта в каштановых почвах Центральной Монголии: б) мучнистый карбонатный прослой, в) слабоокарбоначенная каштановая почва на песчаном наносе. **Photo 1 б-в.** The manifestation of a calcareous horizon in the chestnut soils of Central Mongolia: б) powdery calcareous layer, в) weakly calcareous chestnut soil on sandy sedimentation.

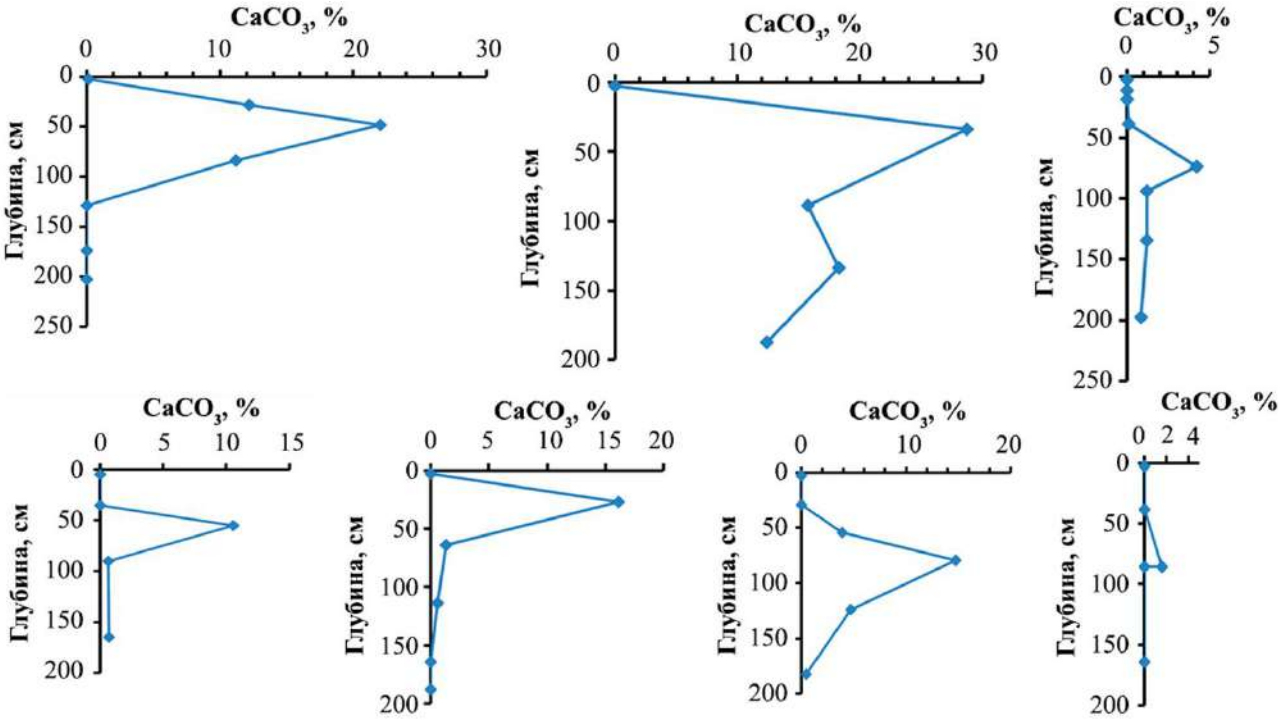


Рис. 2. Карбонатные профили каштановых почв.
Fig. 2. Calcareous profiles of chestnut soils.

Основная часть каштановых почв Монголии характеризуется легким супесчаным гранулометрическим составом с включением грубоскелетной фракции. Каштановые почвы суглинистого состава встречаются редко. Подстилающие породы, как правило, не карбонатны.

Верхняя граница карбонатного горизонта в каштановых почвах чаще всего резкая, нижняя обычно менее четкая.

Карбонатный профиль каштановых почв Монголии характеризуется большим разнообразием признаков: так, начало вскипания варьирует в почвах практически от поверхности до 120 см (рис. 2); мощность карбонатного горизонта – от 20 см до 130 см; количество карбонатов – от 0.13 до 25-30% $CaCO_3$ (табл. 1). Форма накопления карбонатов преимущественно мучнистая (пропиточная); карбонатные пятна могут быть в диаметре от 1-2 до 50 см; очень редко в суглинистых горизонтах выделяются мицеллярные карбонаты. Характерна общая белесоватость карбонатного горизонта. В профиле почв под каменистыми включениями, а также на камнях, лежащих на поверхности почв, выделяется натечная форма карбонатов в виде натеков (фото 2).

Согласно делению А.Н. Розанова (1951), который впервые наиболее подробно рассмотрел генезис карбонатных новообразований в аридных почвах, карбонаты могут быть остаточными (обломочными) и вторичными (почвенными). Обломочные представляют собой остатки карбонатных пород (известняков, доломитов и т.д.). Они бывают сосредоточены в крупнозернистых фракциях. Вторичные (почвенные) карбонаты присутствуют, главным образом, в тонких по гранулометрическому составу фракциях.

В степях Монголии, где известняки и другие карбонатные породы встречаются крайне редко, в почвах наиболее широко развиты мучнистые карбонаты, содержание которых сильно варьирует, как было отмечено выше (табл. 1).

Вопрос о генезисе почвенных карбонатов так же, как и вопрос о происхождении мощных карбонатных осадочных толщ, до настоящего времени окончательно не решен.

Таблица 1. Содержание карбонатов ($CaCO_3$) в каштановых почвах Монголии.
Table 1. CaCO3 content in the chestnut soils of Mongolia.

№№ п/п	№ разреза	Глубина образца, см	$CaCO_3$, %	№№ п/п	№ разреза	Глубина образца, см	$CaCO_3$, %
1	50	0-5	0	44	155	160-170	0.7
2		25-33	0	45	235	0-10	0
3		50-58	3.9	46		20-30	0
4		75-83	14.73	47		50-60	2.5
5		120-128	4.73	48		160-165	0
6		180-185	0.43	49	167	0-5	0
7	213	0-5	0.13	50		8-15	0
8		25-32	12.23	51		15-23	0
9		45-52	22.1	52		35-43	0.13
10		80-87	11.2	53		70-78	4.18
11		125-132	0	54		90-98	1.18
12		170-177	0	55		130-138	1.2
13		200-205	0	56		195-200	0.88
14	378	0-5	0	57	316	0-5	0
15		35-42	0	58		26-34	0
16	Линза сугл.	70-78	18.38	59		40-48	1.65
17	Песок	70-78	0	60		68-76	0
18		135-142	5.4	61		122-130	0
19	279	0-5	0	62		170-175	0
20		23-31	16.1	63	537	0-5	0
21		60-68	1.3	64		20-28	0
22		110-118	0.56	65		55-63	29.28
23		160-168	0	66		120-128	1.58
24		185-190	0	67		152-160	0.13
25	381	0-5	0	68		190-195	0
26		35-42	0	69	245	0-5	0
27	Линза сугл.	82-90	1.56	70		30-35	0
28	Песок	82-90	0	71		50-57	19.33
29		160-168	0	72		80-87	6.5
30	609	0-5	0	73		150-157	0.25
31		30-38	28.75	74		190-197	1.33
32		85-93	15.75	75	593	0-10	0
33		130-138	18.3	76		20-30	0
34		185-190	12.43	77		35-44	0
35	610	0-5	0	78		50-60	0.13
36		22-30	0	79		63-75	13.98
35	610	0-5	0	80		110-115	8.93
36		22-30	0	81	202	0-3	0
37		47-55	10.83	82		37-45	0
38		95-103	19.3	83		70-78	0
39		180-185	10.08	84		100-108	17.35
40	155	0-10	0	85		127-135	0
41		30-40	0	86		155-163	2.83

Продолжение таблицы 1.

№№ п/п	№ разреза	Глубина образца, см	$CaCO_3$, %	№№ п/п	№ разреза	Глубина образца, см	$CaCO_3$, %
42	155	50-60	10.55	87	202	180-185	1.5
43		90	0.63				

Примечания к таблицам 1, 4 и 6: анализы выполнены в лаборатории института Гипроводхоз. **Notes to tables 1, 4 and 6:** the analyzes were made in the laboratory of the Giprovodkhoz Institute.

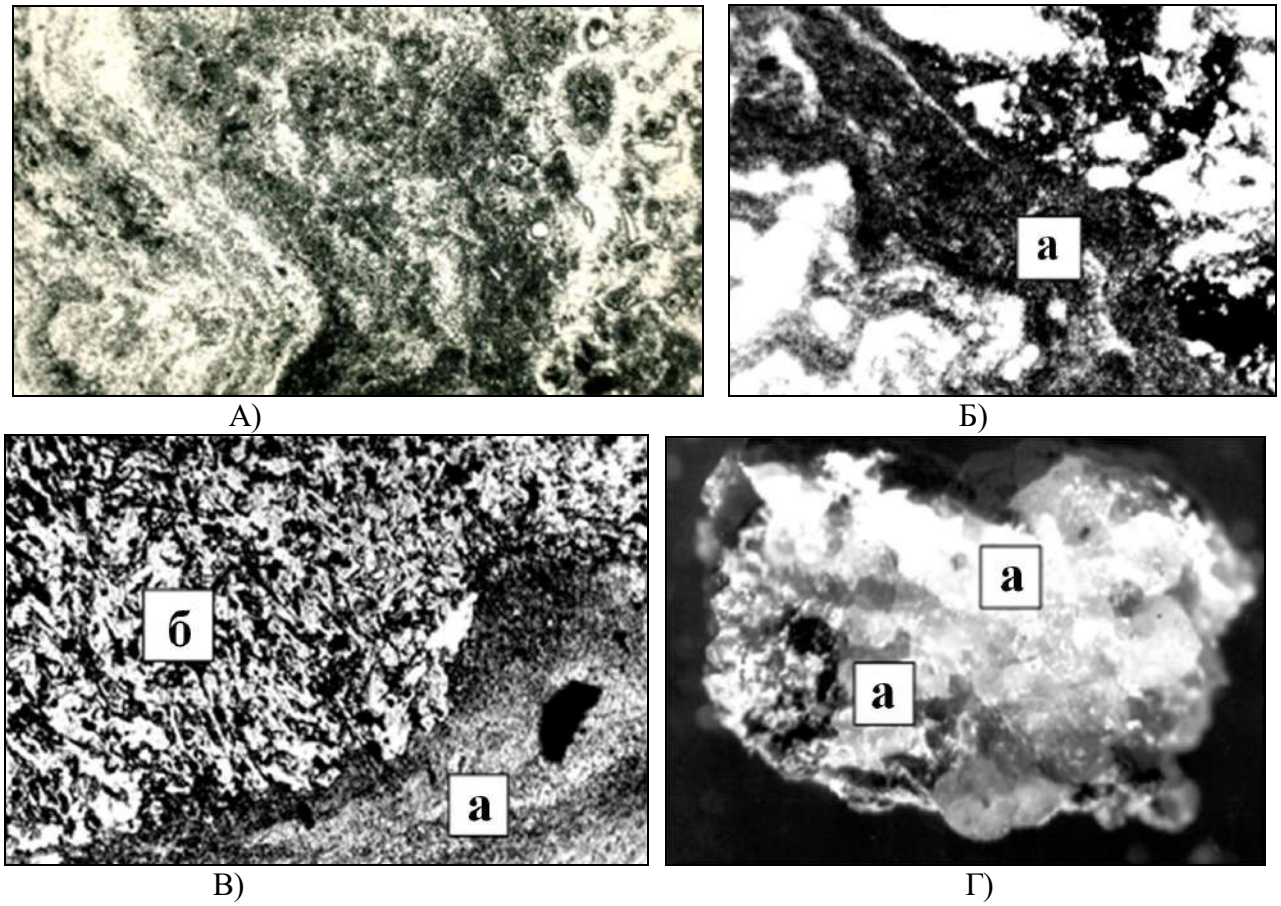
Ранее существовали две теории происхождения вторичных (почвенных) карбонатов: физико-химическая и биогенная. В обзорной работе K. Zamanian с соавторами (2016) подробно рассматриваются разные механизмы педогенного карбонатообразования. Физико-химическая теория (в применении к почвам) наиболее подробно была рассмотрена в работах В.В. Добровольского (1955, 2001); биогенная – в работах М.А. Глазовской (1952, 1953), Н.И. Базилевич (Базилевич, Родин, 1969; Базилевич, Титлянова, 2008), А.А. Титляновой с соавторами (Титлянова и др., 2002).

Суть первой теории заключается в том, что образование почвенных карбонатов связано с физико-химическими процессами, вызывающими выпадение $CaCO_3$ из почвенных растворов в результате изменения концентрации раствора, содержания CO_2 в почвенном воздухе, температуры почв и т.д. Сторонники биогенной теории считают, что вторичные (почвенные) карбонаты накапливаются в почвах, главным образом, биогенным путем. На современном этапе развития науки признано, что оба пути образования педогенных карбонатов проявляются в почве. Более того, часто конкретные механизмы карбонатообразования в почве имеют двойственную природу: регулируются в совокупности биологическим и физико-химическими процессами. При этом биогенное накопление карбонатов может осуществляться как высшими организмами, так и почвенными микроорганизмами. Данные М.А. Глазовской (1952, 1953) свидетельствуют об участии актиномицетов в накоплении карбонатов кальция в почвах. При этом следует иметь в виду, что растения, как и большинство микроорганизмов, обычно не продуцируют карбонаты; чаще всего они аккумулируют кальций и углерод, а карбонаты могут накапливаться в результате деятельности биоты различными путями. Несомненно, что и биогенный, и физико-химический способы накопления вторичных карбонатов проявляются в каштановых почвах Монголии.

Зольный анализ ряда наиболее распространенных степных растений Монголии (змеевки, ковыля, востреца, житняка, полыни) свидетельствует о высоком процентном содержании Ca в их золе – 5-19% (табл. 2). Эти данные подтверждают возможность биогенного накопления карбонатов как современного почвенного процесса, проявляющегося в сухостепных почвах Монголии.

Наиболее наглядным примером накопления карбоната кальция в результате физико-химических процессов являются натечные формы карбонатных образований под камнями (щебнем). Подобные образования имеют широкое распространение в почвах Монголии (фото 2 А-Б), при этом они образуются на породах разного минералогического состава, что свидетельствует об образование карбонатного натека не связано с составом пород.

В этих натечных образованиях содержится большое количество карбонатов (табл. 3), а также в валовом составе карбонатных натеков наряду с кальцием отмечается высокое содержание кремнезема (табл. 4), что не зависит от состава пород, на которых они формируются.



А) Б)

В) Г)

Фото 2. Особенности мезо- и микростроения карбонатных новообразований в каштановых почвах Монголии: А) поперечный срез карбонатного налета («корки»), на фоне мелкокристаллического кальцита выделяются обломки породы и отдельные кристаллы; Б) карбонатный налет («корка») на щебенке гранодиорита (а); В) карбонатное новообразование, состоящее из мелкокристаллического кальцита (а) на поверхности щебенки основной эффузивной породы (б); Г) налет мелкокристаллического кальцита (а) на поверхности песчинки. **Photo 2.** Features of the meso- and microstructure of calcareous neoformations in the chestnut soils of Mongolia: A) transverse section of calcareous coating ("crust"), on the background of fine crystalline calcite, rock fragments and separate crystals stand out; Б) calcareous coating ("crust") (a) on the rock debris of granodiorite; B) calcareous neoformation, consisting of fine crystalline calcite (a) on the surface of the rock debris of the main effusive rock (b); Г) deposit of fine crystalline calcite (a) on the surface of a grain of sand.

Известно, что почвенные (вторичные) карбонаты могут образоваться в результате современного степного почвообразования, но могут быть унаследованы и от предшествующих стадий почвообразования. В каштановых почвах Монголии имеют место и те, и другие карбонаты. Так, на территориях, где проявление карбонатов за счет выветривания пород исключено, например, на элювии гранитов, можно с уверенностью говорить о накоплении карбонатов в результате современных процессов, связанных с их биогенным или эоловым поступлением.

Наряду с процессами современного карбонатообразования в каштановых почвах Монголии, развитых на пролювиальных, аллювиально-пролювиальных и пролювиально-озерных отложениях, возможно проявление карбонатов гидрогенного генезиса, накопившихся в почвообразующих породах аллювиального, пролювиально-аллювиального

Таблица 2. Химический состав золы растений сухих степей Монголии (в числителе – % на чистую золу, в знаменателе – % на сухое вещество). **Table 2.** The chemical composition of the ash of plants in the dry steppes of Mongolia (% per pure ash/% per dry matter).

Вид растения	Анализируемая часть растения	Чистая бескарбонатная зола, %	SiO_2		R_2O_3*	Fe_2O_3	Al_2O_3	P_2O_5	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	MnO	$\frac{SiO_2}{(Fe_2O_3+Al_2O_3)}$
			аморфный (5% KOH)	Всего											
Змеевка *Diplachne squarrosa*	наземная	5.1	48.9 2.5	51.2 2.6	11.6 0.6	2.3 0.1	1.3 0.1	8.0 0.4	6.3 0.3	6.7 0.3	3.7 0.2	15.4 0.8	0.13 0.01	0.12 0.01	32
	корни	5.0	36.7 1.8	45.1 2.3	24.8 1.2	11.6 0.6	8.0 0.4	5.2 0.3	13.5 0.7	5.8 0.3	3.4 0.2	6 .0 1.2	0.11 0.01	1.40 0.07	5
Ковыль *Stipa capillata*	наземная	4.1	57.3 2.3	59.3 2.4	6.7 0.3	1.3 0.1	0.2 0.0	5.2 0.2	6.4 0.3	5.2 0.2	3.7 0.2	6.7 0.3	0.12 0.01	0.09 0.01	35
	корни	9.0	39.0 3.5	46.5 4.2	24.0 2.2	12.2 1.1	8.4 0.8	3.4 0.3	14.2 1.3	6.1 0.6	2.2 0.2	24.0 2.2	0.11 0.01	0.48 0.04	5
Вострец *Aneurolepidium pseudoagropyrum*	наземная	6.2	43.8 2.7	46.5 2.9	14.6 0.9	1.3 0.1	4.9 0.3	8.5 0.5	6.6 0.4	3.3 0.2	4.3 0.3	14.6 0.9	0.12 0.01	0.24 0.02	14
	корни	4.5	31.4 1.4	36.1 1.6	16.7 0.7	8.9 0.4	3.1 0.2	4.8 0.2	10.3 0.5	3.0 0.1	4.2 0.2	16.7 0.7	1.02 0.05	0.22 0.01	7
Житняк *Agropirum cristatum*	наземная	6.2	47.6 3.0	50,9 3.2	15.3 1.0	2.1 0.1	6.9 0.4	6.3 0.4	5.7 0.4	4.1 0.3	3.4 0.2	15.3 1.0	0.16 0.01	0.09 0.01	12
Полынь *Artemisia frigida*	наземная	3.3	7.9 0.3	11.5 0.3	17.4 0.6	4.5 0.2	4.0 0.1	8.9 0.3	19.0 0.6	6.8 0.2	5.0 0.2	17.4 0.6	0.51 0.01	0.38 0.01	3

Примечание к таблице 2. Анализы выполнены в лаборатории Географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова аналитиком Е.С. Горячевой. * – показатель R_2O_3 – сумма полуторных окислов – включает в себя кроме Fe_2O_3 и Al_2O_3 ряд других элементов, поэтому показатели R_2O_3 и сумма $Fe_2O_3+Al_2O_3$ могут не совпадать (прим. авт.). **Note to Table 2.** The analyzes were made in the laboratory of the Geography Faculty of the M.V. Lomonosov Moscow State University by the analyst E.S. Goryacheva. * – R_2O_3 index (sum of sesquialteral oxides) includes Fe_2O_3 and Al_2O_3 as well as some other elements, therefore R_2O_3 indices and sum of $Fe_2O_3+Al_2O_3$ may not match (author's note).

или озерно-пролювиального происхождения, в том числе из вод подпрудных озер. Естественно, что генезис карбонатов в почвах, формирующихся на разных по генезису и составу почвообразующих породах, может быть различным.

Таблица 3. Содержание карбонатов ($CaCO_3$) в натечных «корках». **Table 3.** The content of $CaCO_3$ in travertine “crusts”.

№	Место взятия образца	Глубина взятия образца, см	$CaCO_3$, %
1	Карбонатная корка на эффузивной породе (север сухостепной зоны Монголии)	Щебенка, лежащая на поверхности почвы	82.1
2	Корка на песчанике (Восточная Монголия)	Щебенка, лежащая на поверхности почвы	80.2
3	Р. 93 (Центральная Монголия)	70-80	89.2
4	Р. 151 (Гоби Алтай)	40-50	57.3

Содержание $CaCO_3$ в карбонатном горизонте маломощной горно-сухостепной почвы, формирующейся на некарбонатных отложениях, обычно достигает всего 2.5-3.75%. Рассмотрение под бинокуляром этой почвы позволяет увидеть следующую картину: песчинки словно одеты пушистым мелкокристаллическим кальцитом, который в виде шапки покрывает поверхность песчинки либо окутывает ее целиком (фото 2 Г). В данном случае карбонаты могут быть связаны как с биогенным, так и с эоловым поступлением, в отличие от натечных образований (фото 2 А-Б).

Вопрос о карбонатизации как элементарном почвенном процессе был рассмотрен в монографии «Элементарные почвообразовательные процессы» (1992). В последние годы проблема происхождения почвенных карбонатов и форма их выделения в почвенном профиле, а также проблема возраста карбонатных новообразований привлекает большое внимание почвоведов и геологов (Бронникова и др., 2017; Ковда, 2004; Худяков, 2009; Agatova et al., 2016; Landi et al., 2003; Durand et al., 2010; Rudoy, Baker, 1993; Vogt et al., 2018; Zamanian et al., 2016).

И тем не менее этот вопрос пока нельзя считать решенным. Нас интересовала проблема генезиса карбонатов в каштановых почвах Монголии, формирующихся на пролювиальных и аллювиально-пролювиальных и пролювиально-озерных, преимущественно некарбонатных отложениях, но с включением в профиль почв отдельных сильноокарбоначенных линз или прослоев (фото 1 б). Как было показано выше, в каштановых почвах Монголии, формирующихся в основном на некарбонатных отложениях, содержание $CaCO_3$ в горизонте Bca может достигать 25-29%, что не свойственно степным почвам, развитым на элювии кислых пород или переотложенном материале малокарбонатных пород. Присутствие линз и прослоев мучнистых карбонатов в каштановых почвах Монголии свидетельствует о накоплении карбонатов в несовременных условиях почвообразования, а не в период формирования почвообразующих пород. Вероятно, это связано с включением карбонатных линз и прослоев в пролювиально-делювиальные и озерно-аллювиальные отложения. Можно предположить, что накопление карбонатов могло происходить на рубеже позднего плейстоцена и голоцена в подпрудных озёрах аналогично тому, как накапливались карбонаты в геосистемах подпрудных озер Алтая (Бронникова и др., 2017; Бутвиловский, 1993; Agatova et al., 2016; Carling et al., 2011; Rudo, Baker, 1993).

Однако этот вопрос в настоящее время остается нерешенным. По данным М.А. Бронниковой с соавторами (2017), детально изучивших карбонатные натеки в

отложениях озера Ак-Холь, доказано, что озерные отложения Ю-В Алтая относятся в основном к голоценовому возрасту, но при этом в составе карбонатного горизонта никаких признаков озерной флоры и фауны не было обнаружено, то есть вопрос о генезисе мучнистых карбонатов в профиле каштановых почв этого региона остается открытым.

Мы склонны считать, что мергелистые мучнистые карбонаты в профиле каштановых почв Монголии унаследованы от предшествующих гидроморфных стадий почвообразования и, вероятнее всего, привнесены вместе с пролювиально-делювиальными и пролювиально-озерными отложениями с соседних территорий, то есть в данном случае карбонаты реликтовые. Наряду с реликтовыми карбонатами в каштановых почвах Монголии отмечается наличие несомненно свежих почвенных карбонатных новообразований, формирующихся в результате современных почвенных процессов, в том числе биогенных, о чем свидетельствуют факты, приведенные выше.

Карбонатные новообразования, как современные, так и реликтовые, в степных и сухостепных почвах представлены в основном мелкокристаллическим кальцитом. К настоящему времени строение карбонатных новообразований в разных почвах достаточно подробно изучено (Бронникова и др., 2017; Добровольский, 2001; Ковда, 2004, 2008; Ковда, Хохлова, 2015; Лебедева, Овечкин, 1975; Соколова и др., 1987; Хохлова, Седов, 2000; Хохлова, Кузнецова, 2002). Мировой опыт их изучения обобщен в монографии N. Durand с соавторами (2010). Однако данных об особенностях карбонатных новообразованиях в почвах сухих степей Монголии, развитых на разных почвообразующих породах, практически нет.

Ниже рассмотрим морфологическую выраженность карбонатов в каштановых почвах, формирующихся на разных отложениях: на элювии плотных пород, на рыхлых супесчаных и суглинистых отложениях разного генезиса, в том числе с включением мергелистых карбонатов.

1. Карбонатные новообразования в почвах, формирующихся на элювии гранитов и элювии основных пород, а также на древних палеозойских песчаниках, очень схожи по строению и составу. Они образуют карбонатные натеки на нижней стороне каменистых включений в профиле сухостепных почв Монголии (фото 2 А-Б).

2. В супесчаных почвах мелкокристаллический кальцит создает общую белесоватость карбонатного горизонта.

3. В суглинистых почвах он иногда концентрируется по порам и ходам корней в виде мицеллярных карбонатных выделений.

4. На супесчаных и суглинистых отложениях с включением мучнистых пятен и прослоев карбонатный горизонт неоднороден по количеству карбонатов.

5. В каштановых почвах, развитых на двучленных отложениях, микрокристаллический кальцит концентрируется на контакте этих отложений, при этом часто под галькой выделяются мучнистые белесые карбонатные пятна.

6. В каштановых промытых песчаных почвах с включением щебня карбонаты представлены скорлуповидными натеками «корками» по нижней стороне щебня. При этом четко прослеживается цикличность в накоплении карбонатов (фото 2 А).

Изучение карбонатных натеков свидетельствует о большой агрессивности карбонатных новообразований, которые проникают по трещинам вглубь породы, разрушая поверхность минералов, и приводят к явлениям метасоматоза. Происходит так называемый «salt shattering», когда кальцит кристаллизуется в микротрещинах, растет и провоцирует дальнейшее растрескивание породы (Бронникова и др., 2017).

Данные валового анализа (табл. 4) свидетельствуют о высоком содержании в скорлуповидных карбонатных натеках не только Ca, но SiO_2 и R_2O_3. Отношение SiO_2/R_2O_3 в разрезе 94 – 3.4, в разрезе 151 – около 6, что свидетельствует о высоком содержании кремнезема в натечных карбонатных корках. Субмикроскопические исследования с

микроанализатором показывают, что в карбонатных кутанах наряду с аморфным кремнеземом есть очень много включенных силикатных зерен, что доказано исследованиями М.А. Бронниковой с соавторами (2017). Особое внимание мы уделили изучению мучнистых карбонатов в почвах Восточно-Монгольской равнины (Панкова, 1964). Состав мучнистых выделений карбонатов мы изучали в каштановых почвах Восточно-Монгольской равнины (Панкова, 1997). Это крупные белесые мучнистые пятна, диаметром до 50 см, расположенные на глубине 50-120 см (фото 1 а). Их химический состав свидетельствует о явном преобладании в них кальция (табл. 5). Повышенное процентное содержание SiO_2 (табл. 6) в данных образцах связано с большой примесью песка, который обволакивается карбонатами. Высокое процентное содержание карбонатов (18-22%) в карбонатных пятнах и почти полное отсутствие карбонатов в том же разрезе на той же глубине, но за пределами этого пятна позволяет говорить о не почвенном происхождении данных новообразований. Это подтверждает высказанное выше положение о присутствии в каштановых почвах Монголии не только современных, но и реликтовых карбонатных накоплений, содержащихся в исходной почвообразующей породе.

Таблица 4. Сокращенный валовой анализ карбонатных натеков из «корок», образовавшихся под галькой в профиле каштановых почв. **Table 4.** Shortened bulk analysis of carbonate pendants (“crusts”) formed under pebbles in the profile of chestnut soils.

№ разреза	Гигроскопи-ческая влага в %	Потеря от прокаливания	SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	SO_3
		в % на прокаленную и бескарбонатную навеску							
94	0.53	2.46	27.08	16.63	3.45	13.28	50.39	4.02	0.99
151	0.26	7.67	14.79	5.31	3.12	2.19	44.17	9.19	–

Таблица 5. Солянокислая (0.2N) вытяжка мучнистых карбонатных скоплений в каштановых почвах Восточно-Монгольской равнины. **Table 5.** Hydrochloric acid (0.2N) extract of powdery calcareous accumulations in chestnut soils of the East Mongolian plain.

№ пп	№ разреза	Глубина образца, см	Ca	CaO	Mg	MgO	$CaCO_3$
			в % на 100 г почвы				
1	213	45-52	7.02	9.83	0.28	0.46	22.07
2	378	70-78	6.69	9.36	0.77	0.95	18.37

Рассматривая особенности карбонатного профиля каштановых почв Монголии, следует еще раз подчеркнуть, что глубина вскипания, мощность карбонатного горизонта, количество карбонатов характеризуются очень большим разнообразием (рис. 2, табл. 1). Величины глубины вскипания каштановых почв колеблются от поверхности почвы до 80-140 см. По глубине вскипания мы выделили 4 вида почв: высоковскипающие (вскипание от HCl начинается в верхних 25 см), обыкновенные – типичные (вскипание с 25-50 см), выщелоченные (начало вскипания в пределах 50-100 см), промытые, в которых вскипает лишь карбонатная «корка» по нижней стороне щебня на глубине 80-140 см.

Большое распространение среди каштановых почв Монголии имеют выщелоченные почвы, формирующиеся на легких некарбонатных отложениях, обладающих высокой фильтрационной способностью (фото 1 б – каштановая почва на песчаном наносе). При

близком подстилании песчаных горизонтов гравийно-галечниковыми отложениями формируются глубоковыщелоченные или промытые почвы, для которых характерно ничтожно малое количество карбонатов ($CaCO_3$ – 0.2%). Суглинистые каштановые почвы с непромывным водным режимом, обладающие значительно меньшей фильтрацией, содержат, как правило, большее количество карбонатов. Однако объяснить резкие колебания в содержании карбонатов и глубине карбонатного горизонта (рис. 2) только разной скоростью современных процессов выщелачивания карбонатов нельзя, эти различия связаны, в первую очередь, как было отмечено выше, с исходной неоднородностью содержания карбонатов в почвообразующих породах.

Таблица 6. Валовой состав мучнистых карбонатных пятен в каштановых почвах Восточно-Монгольской равнины (в числителе – % на абсолютно сухую навеску, в знаменателе – % на прокаленную навеску). **Table 6.** Bulk composition of powdery calcareous spots in chestnut soils of the East Mongolian Plain (% per completely dry sample/% per calcined sample).

№ разреза	Глубина, см	Потеря от прокаливания, %	SiO_2	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	Гигроскопическая влага, %	Молекулярное отношение SiO_2/R_2O_3
213	45-52	5.77	62.43 66.24	8.64 10.27	0.96 0.97	7.68 8.15	12.52 13.28	0.69 0.72	2.94	11
378	70-80	9.14	68.28 75.11	11.18 12.3	1.46 1.61	4.72 10.69	9.02 9.42	0.78 0.86	2.53	11

Миграция карбонатов в профиле каштановых почв Монголии происходит в короткий летний дождливый период – это время бурной вегетации растений. Обогащение почвенных растворов углекислотой за счет дыхания растений и процессов разложения органических остатков в сочетании с ливневыми дождями и высокими фильтрационными скоростями в почвах легкого гранулометрического состава обеспечивают в этот период выщелачивание карбонатов. Этому также способствуют постоянные относительно низкие температуры почвы. Обратная миграция карбонатов, свойственная степным почвам Европейской части России в период летних засух (Афанасьева, 1948), в почвах Монголии практически не проявляется в связи с легким гранулометрическим составом почв, а на песчано-гравелистых отложениях такая миграция вообще исключена. Насколько глубоко идет процесс выщелачивания карбонатов и происходит ли вынос их из почвенного профиля, можно ответить, лишь проанализировав водный режим почв. Проведенные нами исследования (Панкова, 1964) показали, что на суглинистых каштановых почвах процесс выноса карбонатов ограничивается толщей 40-100 см. Именно на этой глубине обычно выделяется горизонт Bca. На супесчаных почвах выщелачивание идет глубже. Отсутствие карбонатов в отдельных разрезах до глубины 80-140 см позволяет сделать вывод о том, что карбонаты в современных условиях в легких почвах могут содержаться лишь во втором полуметре или даже во 2-м метре почвенного профиля, задерживаясь выше лишь под крупной галькой. На песчаных почвах с близким гравийно-галечниковым подстиланием происходит, несомненно, вынос карбонатов в более глубокие горизонты, даже за пределы почвенного профиля; и в этом случае только по нижней стороне щебня обнаруживаются карбонатные корковые образования.

Выводы

В итоге рассмотрения карбонатности как генетического показателя сухостепных почв Монголии подчеркнем следующее.

1. В профиле сухостепных (каштановых) почв Монголии в большинстве случаев обязательно присутствует карбонатный горизонт, но мощность Bca, глубина его расположения, форма карбонатных новообразований зависят от гранулометрического состава и исходной окарбоначенности почвообразующих пород.

2. Крупные мучнисто-карбонатные пятна и прослои сильноокарбоначенного материала явно унаследованы от почвообразующих пород. В настоящее время идет преимущественно не накопление, а разрушение мучнистых карбонатных горизонтов и вынос карбонатов из почвенного профиля. Данный вывод согласуется с выводами К.А. Уфимцевой (1984), а также с выводами других авторов (Ногина, 1978, 1989; Ногина, Уфимцева, 1984; Почвенный …, 1984; Худяков, 2009).

3. Однако, как показали наши данные, в результате современного сухостепного почвообразования в Монголии и в настоящее время отмечается некоторое поступление карбонатов в профиль каштановых почв и формирование карбонатного горизонта как генетического показателя сухостепных почв Монголии. Об этом свидетельствует присутствие слабоокарбоначенных горизонтов даже в почвах, формирующихся на некарбонатном супесчано-песчаном материале и элювии плотных некарбонатных пород. Наличие карбонатов даже в профиле этих почв, в том числе в виде корочек – натеков, свидетельствует о том, что в эти почвы и сейчас продолжают поступать карбонаты. А путей их поступления на настоящий момент можно предположить два: биогенный и эоловый. О биогенном поступлении свидетельствует зольный состав растений (табл. 2). К сожалению, количественными данными об эоловом поступлении карбонатов в каштановые почвы Монголии мы в настоящее время не располагаем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аринушкина Е.А. 1970. Руководство по химическому анализу почв М.: издательство Московского университета. 487 с.

Афанасьева Е.А. 1948. Сезонные и годичные передвижения углесолей в мощных черноземах Стрелецкой степи // Труды Центрально-черноземного государственного заповедника. Вып. 2. С. 117-156.

Базилевич Н.И., Родин Л.Е. 1969. Географические закономерности продуктивности и круговорота химических элементов в основных типах растительности Земли // Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л.: Наука. С. 24-33.

Базилевич Н.И., Титлянова А.А. 2008. Биологический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 381 с.

Бронникова М.А., Конопляникова Ю.В., Агатова А.Р., Зазовская Э.П. Турова И.В., Непоп Р.К., Шоркунов И.Г., Черкинский А.Е. 2017. Кутаны криоаридных почв и другие летописи ландшафтно-климатических изменений в котловине озера Ак-Холь (Тува) // Почвоведение. № 2. С. 158-175.

Бутвиловский В.В. 1993. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск: издательство Томского государственного университета. 251 с.

Волковинцер В.И. 1978. Степные криоаридные почвы. Новосибирск: Наука. 208 с.

Воробьева Л.А. 1978. Химический анализ почв. М.: издательство МГУ. 272 с.

Герасимов И.П., Лавренко Е.И. 1952. Основные черты природы Монгольской Народной Республики // Очерки по физической географии зарубежных стран. М.: Географгиз. С. 27-48.

Глазовская М.А. 1952. Биологические факторы выветривания в высокогорьях // Природа. № 12. С. 106-110.

Глазовская М.А. 1953. Особенности выветривания и почвообразования во внутреннем Тянь-Шане // Географические исследования в центральном Тянь-Шане. М.: издательство АН СССР. С. 144-159.

Голубцов В.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В. 2017. Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском Среднегорье в позднеледниковье и голоцене. Иркутск: издательство Института географии СО РАН. 139 с.

Голубцов В.А., Хохлова О.С., Черкашина А.А. 2019. Карбонатные ризолиты в дюнных песках долины р. Белой (Верхнее Приангарье) // Почвоведение. № 1. С. 97-108.

Голубцов В.А. 2017. Карбонатные новообразования в почвах Байкальского региона: процессы формирования для палеопочвенных исследований // Вестник Томского государственного университета. Биология. № 39. С. 6-28.

Голубцов В.А., Черкашина А.А., *Пустовойтов К.С., Штар А.* 2014. Стабильные изотопы углерода и кислорода педогенных карбонатных кутан в черноземах южного Прибайкалья как индикатор локальных экологических изменений // Почвоведение. № 10. С. 1215-1227.

Добровольский В.В. 1955. Минералогия карбонатных стяжений из четвертичных суглинков // Записки Всесоюзного минералогического общества. Т. 84. Вып. 2. С. 198-208.

Добровольский В.В. 2001. Внутрипочвенное карбонатообразование, высокодисперсное вещество почв и геохимия тяжелых металлов // Почвоведение. № 12. С. 1434-1442.

Классификация и диагностика почв СССР. 1977. М.: Колос. 223 с.

Классификация и диагностика почв России. 2004. Смоленск: Ойкумена. 342 с.

Ковда И.В. 2004. Карбонатные новообразования в почвах: старые и новые проблемы изучения // Почвы, биогеохимические циклы и биосфера. М.: Товарищество научных изданий КМК. С. 115-136.

Ковда И.В. 2008. Информационное значение карбонатных новообразований для реконструкции процессов и факторов почвообразования // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий / Ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. М.: ЛКТ. С. 352-405.

Ковда И.В., Хохлова О.С. 2015. Карбонатный профиль почв // Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. М.: ГЕОС. С. 140-158.

Лебедева И.И., Овечкин С.В. 1975. Карбонатные новообразования в черноземах левобережной Украины // Почвоведение. № 11. С. 14-15.

Максимович С.В. 1986. Степные почвы (гидротермический режим, динамика, pH, запасы гумуса) // Степи Восточного Хангая. М.: Наука. С. 43-47.

Мировая реферативная база почвенных ресурсов. 2014. Испр. и доп. ФАО и Московский государственный университет. 203 с.

Ногина Н.А. 1978. О некоторых реликтовых свойствах почв Монголии // Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов. М.: Наука. С. 151-165.

Ногина Н.А. 1989. Своеобразие почв и процессов почвообразования в Центральноазиатской фации // Почвоведение. № 9. С. 5-14.

Ногина Н.А., *Уфимцева К.А.* 1984. Характеристика почвенного покрова. Зона каштановых почв // Почвенный покров и почвы Монголии. М.: Наука. С. 9-52.

Панкова Е.И. 1964б. Каштановые почвы Восточно-Монгольской равнины и их краткая мелиоративная оценка // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические

исследования. М.: издательство МГУ. С. 158-181.

Панкова Е.И. 1964а. Каштановые почвы Монголии. Автореф. дис. … канд. геогр. наук. М.: издательство МГУ. 25 с.

Панкова Е.И. 1997. Закономерности формирования почвенного покрова и особенности почв степей и пустынь Монголии // Почвоведение. № 7. С. 789-798.

Почвенный покров и почвы Монголии. 1984. М.: Наука. 189 с.

Розанов А.Н. 1951. Сероземы Средней Азии. М.: изд-во АН СССР. 322 с.

Соколова Т.А., Кулагина Е.К., Павлов В.А., Царевский В.В. 1987. Опыт комплексного изучения почвенных карбонатов // Современные физические и химические методы исследования почв. М.: издательство Московского университета. С. 171-194.

Титлянова А.А., Миронычева-Токарева Н.П., Романова И.П., Косых Н.П., Кыргис Ч.О., Самбуу А.Д. 2002. Продуктивность степей // Степи Центральной Азии. Новосибирск: Изд-во СО РАН. С. 45-173.

Уфимцева К.А. 1984. Каштановые почвы // Почвенный покров и почвы Монголии. М.: Наука. С. 116-132.

Хохлова О.С., Седов С.Н. 2000. Карбонатное состояние современных и палеопочв // Почвоведение. № 4 С. 416-426.

Хохлова О.С., Кузнецова А.М. 2002. Морфология карбонатных новообразований при смене условий среды в почвах сухостепной зоны Нижнего Приуралья // Почвоведение. № 11. С. 1371-1379

Худяков О.И. 2009. Темно-каштановые мучнисто-карбонатные почвы // Биологические ресурсы и природные условия Монголии: труды Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. Т. 52. Почвы лесостепи внутренней Азии. М. 325 с.

Элементарные почвообразовательные процессы. 1992. М.: Наука. 182 с.

Agatova A.R., Nepop R.K., Bronnikova M.A., Slyusarenko I.Yu, Orlova L.A. 2016. Human occupation of South Eastern Altai highlands (Russia) in the context of environmental changes // Archaeological and Anthropological Sciences. Vol. 8. P. 419-440.

Carling P.A., Knaapen M., Borodavko P., Herget J., Koptev I., Huggenberger P., Parnachev S. 2011. Palaeoshorelines of glacial Lake Kuray-Chuja, south-central Siberia: form, sediments and process // Journal of the Geological Society. Vol. 354. P. 111-128.

Landi A., Mermut A.R., Anderson D.W., 2003 Origin and rate of pedogenic carbonate accumulation on Saskathewan Soils, Canada // Geoderma. Vol. 117. P. 143-156.

Durand N., Monger H.C., Matthew G.C. 2010. Calcium Carbonate Features // Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. P. 157-202.

Rudoy A.N., Baker V.R. 1993. Sedimentary effects of cataclysmic late Pleistocene glacial flooding, Altai Mountains, Siberia // Sedimentary Geology. Vol. 85. No. 1-4. P. 53-62.

Vogt T., Clauer N., Techer J. 2018. The glaciogenic origin of the Pleistocene calcareous dust in Argentine on the basis of field, mineralogical, textural and geochemical analyses // Quaternary Research. P. 1-16.

Zamanian K., Pustovoytov K., Kuzyakov Y. 2016. Pedodenic carbonates: forms and formation processes // Earth-Science Reviews. Vol. 157. P. 1-17.

CARBONATED SOIL PROFILE AS A GENETIC INDICATOR FOR DRY-STEPPE (CHESTNUT) SOILS OF MONGOLIA

© 2019. Ye.I. Pankova, I.A. Yamnova

V.V. Dokuchaev Soil Science Institute
Russia, 119017, Moscow, Pyzhevski Per., 7. E-mail: pankova22@mail.ru

Received October 14, 2019. Revised October 23, 2019. Accepted October 25, 2019.

In the most of the cases, Mongolian chestnut soils are specified by the presence of powdery carbonates horizon, the content of which reaches 1.25-25-30% for $CaCO_3$. At the same time, the carbonate horizon is usually not equally manifested on different walls of even one soil pit. It is characterized by the presence of highly carbonated spots with different diameter, 20-50 cm, or it is detected as interlayers of various thicknesses at different depths of the soil profile. At the same time, a carbonate horizon may be detected on one wall of the soil pit. However, on the other side of the soil pit wall, this horizon may be absent. The paper describes carbonate specification as a genetic indicator of dry-steppe soils of Mongolia. The carbonated profile of Mongolian chestnut soils is considered. It is shown that soils may vary significantly in effervescence depth and in amount of carbonates, which is, in our opinion, due to the specificity of soil-forming rocks, however, not due to modern soil formation. Lenses and layers of powdery carbonates in the profile of chestnut soils are not the result of modern soil formation. This is the relic horizon, inherited from the parent material. Presently it is in the process of decomposition. At the same time, the modern carbonating process still manifests itself in the chestnut soils of Mongolia as a very weak carbonation of the fine-earth material. This is due to the biogenic accumulation of carbonates, or due to the aeolian intake of carbonates, as evidenced by carbonate crusts occurring even on the surface.

Keywords: calcareous horizon, powdery carbonates, travertine calcareous crusts, modern and relict calcareous formations.

DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10046

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2019, том 3, № 4, с. 99-132

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОХРАНА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 910.3; 581.9

РАСПРОСТРАНЕНИЕ АЛЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И КАЗАХСТАНА: ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

© 2019 г. Т.В. Дикарева, В.Ю. Румянцев, В.В. Щербакова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет
Россия, 119992, г. Москва, Ленинские горы, д. 1
E-mail: tvdikareva@yandex.ru, vyurum@biogeo.ru, viktoriya.sherbakova.95@mail.ru

Поступила в редакцию 05.11.2019. После доработки 10.11.2019. Принята к публикации 11.11.2019.

Распространенность аллергических заболеваний в настоящее время стала очень широкой в индустриально развитых странах. Одна из важнейших причин аллергии – пыльца растений. Аллергией на пыльцу – поллинозом – страдает каждый четвертый житель планеты. В данной работе нам хотелось бы представить некоторые подходы к изучению распространения аллергенных растений на территории России и Казахстана. Были применены следующие подходы к географическому анализу распространения аллергенных растений:

- картографирование количества видов аллергенных растений в расчете на административные единицы; расчет аллергенной опасности и картографирование «индекса аллергенности»;
- анализ количественной характеристики аллергенной потенциальной опасности каждой административной единицы в соотношении с населением;
- оценка зависимости маршрутов переноса пыльцы аллергенных видов от особенностей розы ветров в городах;
- оценка воздействия аллергенных видов интродуцентов на здоровье населения;
- оценка морфологического строения пыльцевых зерен и его роли в формировании аллергенных реакций.

В заключение даны рекомендации по снижению опасности возникновения поллиноза у аллергиков.

Ключевые слова: аллергенные растения, поллиноз, индекс аллергенности, перекрестная аллергия, карты распространения.

DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10047

Распространенность аллергических заболеваний в настоящее время стала очень широкой в индустриально развитых странах. Одна из важнейших причин аллергии – пыльца растений. Аллергией на пыльцу – поллинозом – страдает каждый четвертый житель планеты. Симптомы поллиноза начинаются, когда концентрация пыльцы в воздухе достигает пороговых значений. Опасный предел в среднем составляет 10-20 пыльцевых зерен в 1 $м^3$ воздуха. Пыльцевая аллергия проявляется аллергическим ринитом и конъюнктивитом, т.е. вызывает насморк, кашель, першение в горле, а также слезоточивость, зуд и покраснение век. Аллергическая реакция может выражаться в бронхоспазмах, приступах бронхиальной астмы. Максимальная концентрация пыльцы в воздухе наблюдается в теплую солнечную погоду, а дождь и засуха тормозят созревание пыльцы, поэтому аллергики в такую погоду чувствуют себя лучше.

Известно более 700 видов растений-аллергенов. В медицинской литературе их делят на три группы: деревья, злаки и сорные травы. Они цветут в разное время, поэтому обострения поллиноза приходятся на два периода: весенне-летний (с начала апреля до середины июня – деревья) и летний (июнь-июль – злаки, с конца июня до конца августа – сорные травы).

Обычно больные реагируют на цветение не одного, а двух-трех растений, поэтому сезонное обострение продолжается около месяца.

В российской медицинской литературе значительное внимание уделено различным аспектам воздействия пыльцы растений на человека. Существуют календари цветения аллергенов (Календарь …, 2015), но географическое распространение таких растений практически не анализировалось.

Зарубежная аллергология занимается этим активно с конца XX века (May, Smith, 2008; Rondón et al., 2011). В США существует сайт (Tree and Plant …, 2007), на котором ежедневно можно отследить цветение и опасность любого из 300 видов-аллергенов во всех штатах и крупных населенных пунктах. Российские специалисты также приступили к исследованиям этой темы на отечественном материале (Дикарева, Румянцев, 2015; Dikareva, Rumiantsev, 2015).

В данной работе нам хотелось бы представить некоторые подходы к изучению распространения аллергенных растений как на территории России, так и на некоторых территориях бывшего СССР. Работа представляет собой краткий обзор методов и подходов к изучению данной проблемы.

Материалы и методы исследований

В России нет общепризнанного списка аллергенных растений. В методических указаниях для врачей-аллергологов (Аллергология …, 2009; Порядок …, 2010) названы лишь наиболее опасные виды и группы растений (чаще – семейства). При отборе растений-аллергенов авторы руководствовались этими указаниями, интернет-ресурсами (Аллергология, 2015; PollenLibrary, 2007) и некоторыми другими источниками (Esch et al., 2001).

Были применены следующие подходы к географическому анализу распространения аллергенных растений:

- картографирование количества видов аллергенных растений в расчете на административные единицы; расчет аллергенной опасности и картографирование «индекса аллергенности»;
- анализ количественной характеристики аллергенной потенциальной опасности каждой административной единицы в соотношении с населением;
- оценка зависимости маршрутов переноса пыльцы аллергенных видов от особенностей розы ветров в городах;
- оценка воздействия аллергенных видов интродуцентов на здоровье населения;
- оценка морфологического строения пыльцевых зерен и его роли в формировании аллергенных реакций.

Все эти подходы мы и хотели бы рассмотреть в данной работе.

1. Картографирование количества видов аллергенных растений в расчете на административные единицы в России

Для анализа мы выбрали 119 видов аллергенных растений, что составило определенную трудность, т.к. в России нет общепризнанного списка таких растений. Это виды, которые массово распространены или производят большое количество пыльцы, т.е. те, которые представляют в период цветения серьезную опасность для аллергиков. Из декоративных растений мы включили только широко распространенные, давно вышедшие за пределы искусственных посадок, как, например, клен американский. Для каждого вида оценена степень его аллергической опасности по трехбалльной шкале: опасный (3), среднеопасный (2) и слабоопасный (1). Оценка основана на материалах указанных выше источников и на

доступных данных о продуктивности пыльцы этих растений. Выбранные виды разбиты на две группы: цветущие весной (с апреля-мая по начало июня) и летом (с середины июня по начало сентября). Число анализируемых видов по категориям опасности и срокам цветения приведено в таблице 1.

Таблица 1. Распределение числа анализируемых видов-аллергенов по категориям опасности и срокам цветения в России.

Период цветения	Категория аллергической опасности			Всего
	слабоопасные (1)	среднеопасные (2)	опасные (3)	
Весенний	4	24	18	46
Летний	6	33	34	73
Всего	10	57	52	119

Отметим, что для весеннего периода выбраны только 4 слабоопасных вида. Это или виды, формирующие сообщества (буки европейский и восточный), или довольно широко распространенные (можжевельник обыкновенный), а также кипарис болотный – пример вида редкого, но отмеченного как аллерген во многих англоязычных источниках. Для летнего периода выбраны 6 слабоопасных видов, широко распространенных на европейской территории России (ЕТР).

Данные об ареалах видов-аллергенов получены из определителей (Губанов и др., 1995; Сосудистые …, 1996; Флора Сибири, 1987-2003) и базы данных (Агроэкологический атлас …, 2015). Размещение выбранных видов привязано к субъектам Российской Федерации, что не вполне принято в биогеографии для отображения распространения таксономических единиц. Но такой подход более понятен широкому кругу населения, включая врачей-аллергологов, а также больных-аллергиков.

Материалы организованы в компьютерную базу данных и привязаны к цифровой карте-основе в среде ГИС MapInfo. При организации базы данных использованы методические приемы, ранее разработанные для наземных позвоночных России (Румянцев, Даниленко, 1998). Для каждого субъекта РФ рассчитаны 2 показателя: общее число видов-аллергенов в регионе и «индекс аллергенности» – сумма баллов аллергической опасности представленных в регионе видов. Для расчетов использовали СУБД Visual FoxPro и пакет Statistika.

С помощью средств ГИС MapInfo разработана серия карт распространения растений-аллергенов для всей территории России (рис. 1-3). Это карты числа видов, цветущих весной, летом и суммарно за весь период с апреля по сентябрь. Составлены также карты общей аллергической опасности в весенний и осенний периоды и в целом за весь период цветения, основанные на «индексе аллергенности».

Результаты и их обсуждение. Анализ составленных карт показал следующее. Число видов, цветущих весной (рис. 1 А), является максимальным в центральных регионах ЕТР. Оно уменьшается на север, юг и восток, его минимум зафиксирован в Чукотском АО и Магаданской области. Это можно объяснить тем, что к цветущим весной аллергенам относятся лиственные и отчасти хвойные деревья, распространенные главным образом в южной части лесной зоны.

Наибольшее число видов-аллергенов, цветущих летом (рис. 2 А), приурочено к более южным районам. Это широколиственные леса, лесостепь, степь и леса Предкавказья. Сюда относятся злаки, полыни и «сорные» травы – лебеда, мари, крапивы, подорожники и др., а из деревьев – липа сердцевидная. Число таких видов максимально в зоне широколиственных лесов.

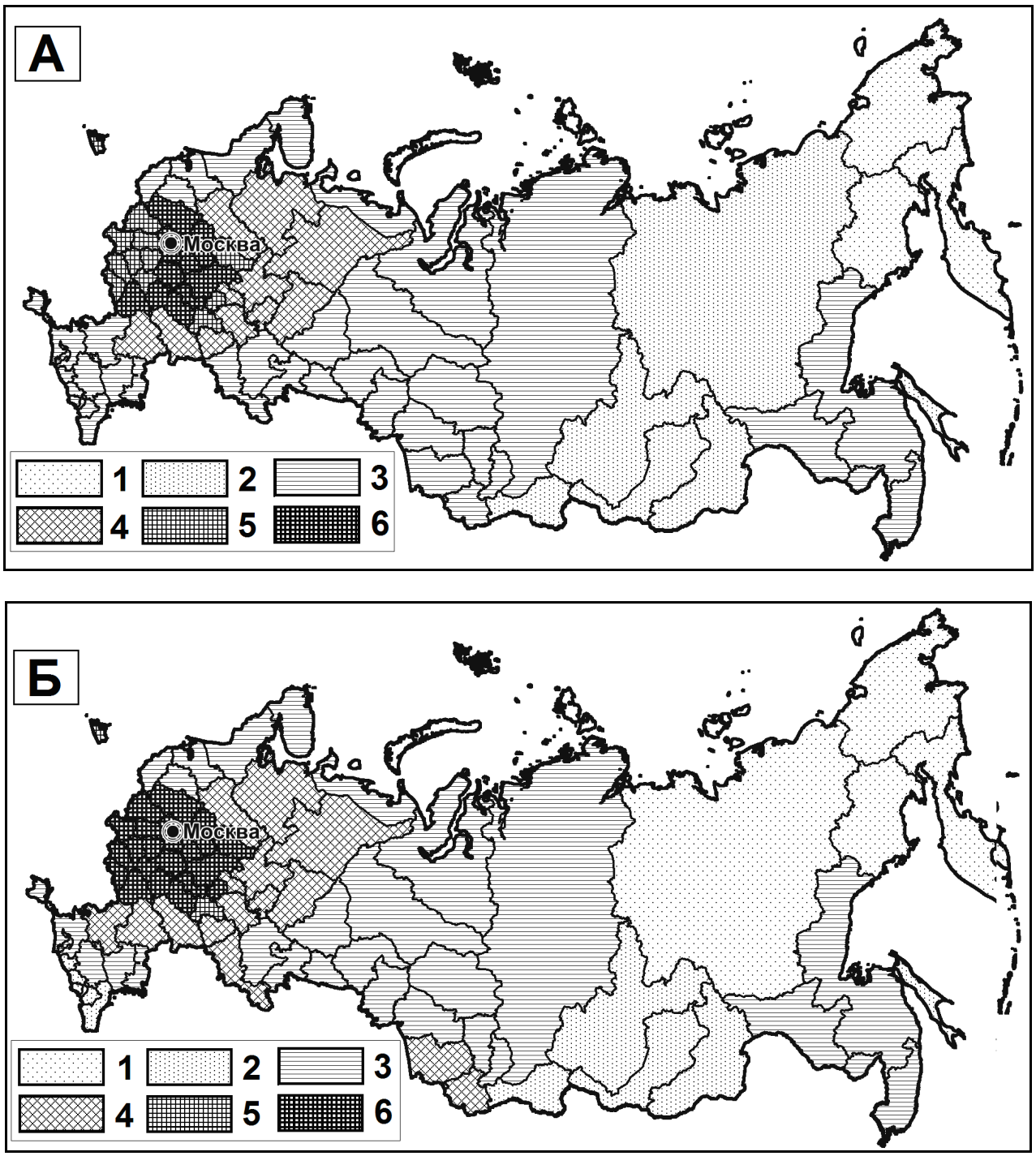


Рис. 1. Распространенность растений-аллергенов, цветущих в весенний период. *Условные обозначения.* А – число видов растений: 1 – 10 и менее (3), 2 – 11-15 (6), 3 – 16-20 (39), 4 – 21-25 (11), 5 – 26-30 (12), 6 – 31 и более (11); Б – представленность суммарного значения «индекса аллергенности»: 1 – 30 и менее (4), 2 – 31-40 (11), 3 – 41-50 (29), 4 – 51-60 (15), 5 – 61-70 (2), 6 – 71 и более (21); в скобках – число субъектов РФ в данном ранге.

Суммарное число видов-аллергенов за весь период цветения (рис. 3 А) максимально для центральных регионов ЕТР, Калининградской области, Краснодарского края и Крыма. Это можно объяснить, во-первых, тем, что аллергия изучается и регистрируется главным образом для ЕТР и учитываются местные виды. Во-вторых, разнообразие видов-аллергенов отражает

общее видовое разнообразие сообществ, которое максимально в широколиственных лесах и лесостепи. В их число входят также рудеральные виды, сопутствующие антропогенным нарушениям растительности, максимальным в наиболее освоенных регионах ЕТР.

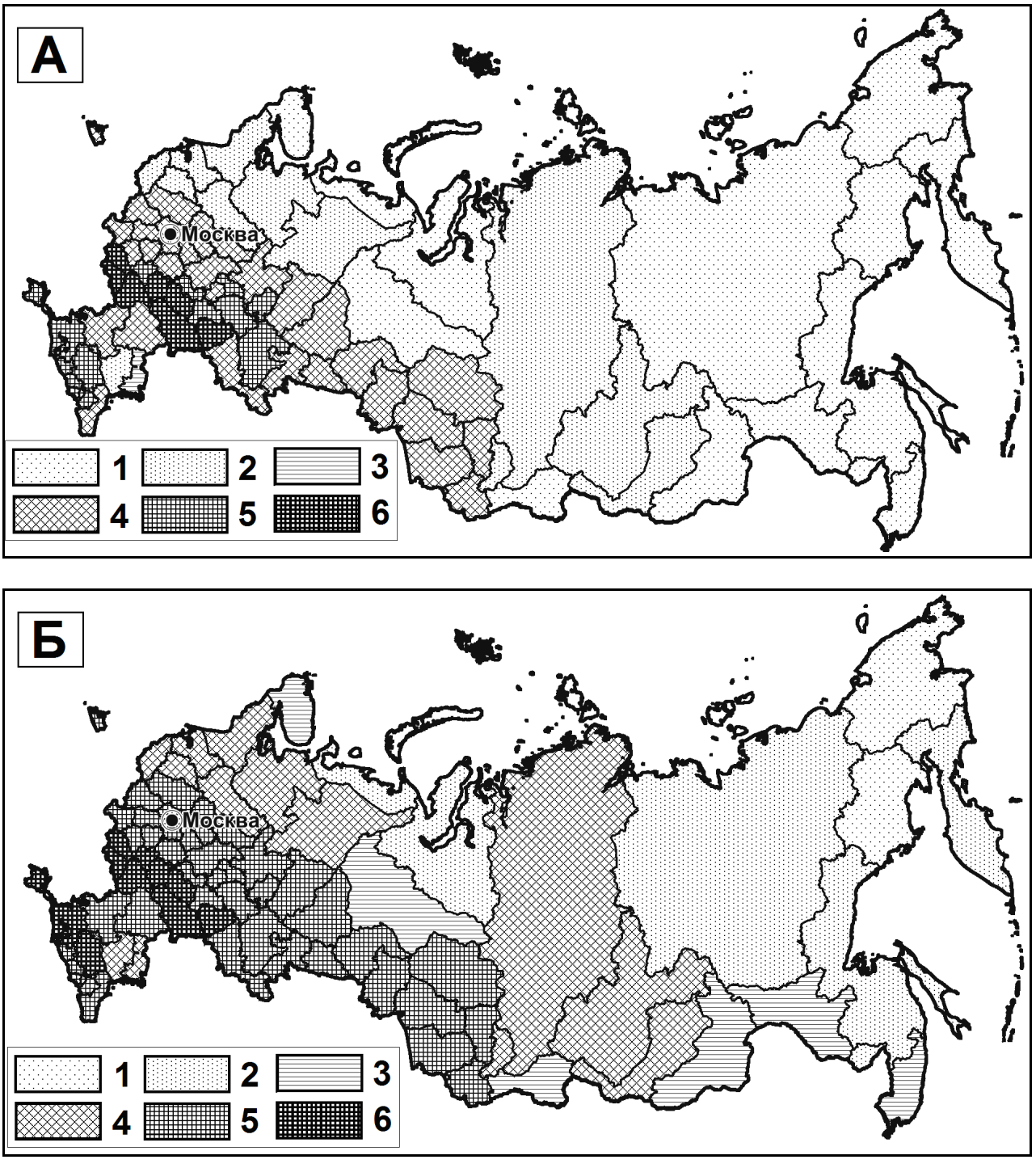


Рис. 2. Распространенность растений-аллергенов, цветущих в летний период. *Условные обозначения.* А – число видов растений: 1 – 34 и менее (15), 2 – 35-39 (12), 3 – 40-44 (1), 4 – 45-49 (31), 5 – 50-54 (16), 6 – 55 и более (7); Б – представленность суммарного значения «индекса аллергенности»: 1 – 40 и менее (2), 2 – 41-60 (7), 3 – 61-80 (6), 4 – 81-100 (13), 5 – 101-120 (42), 6 – 121 и более (12); в скобках – число субъектов РФ в данном ранге.

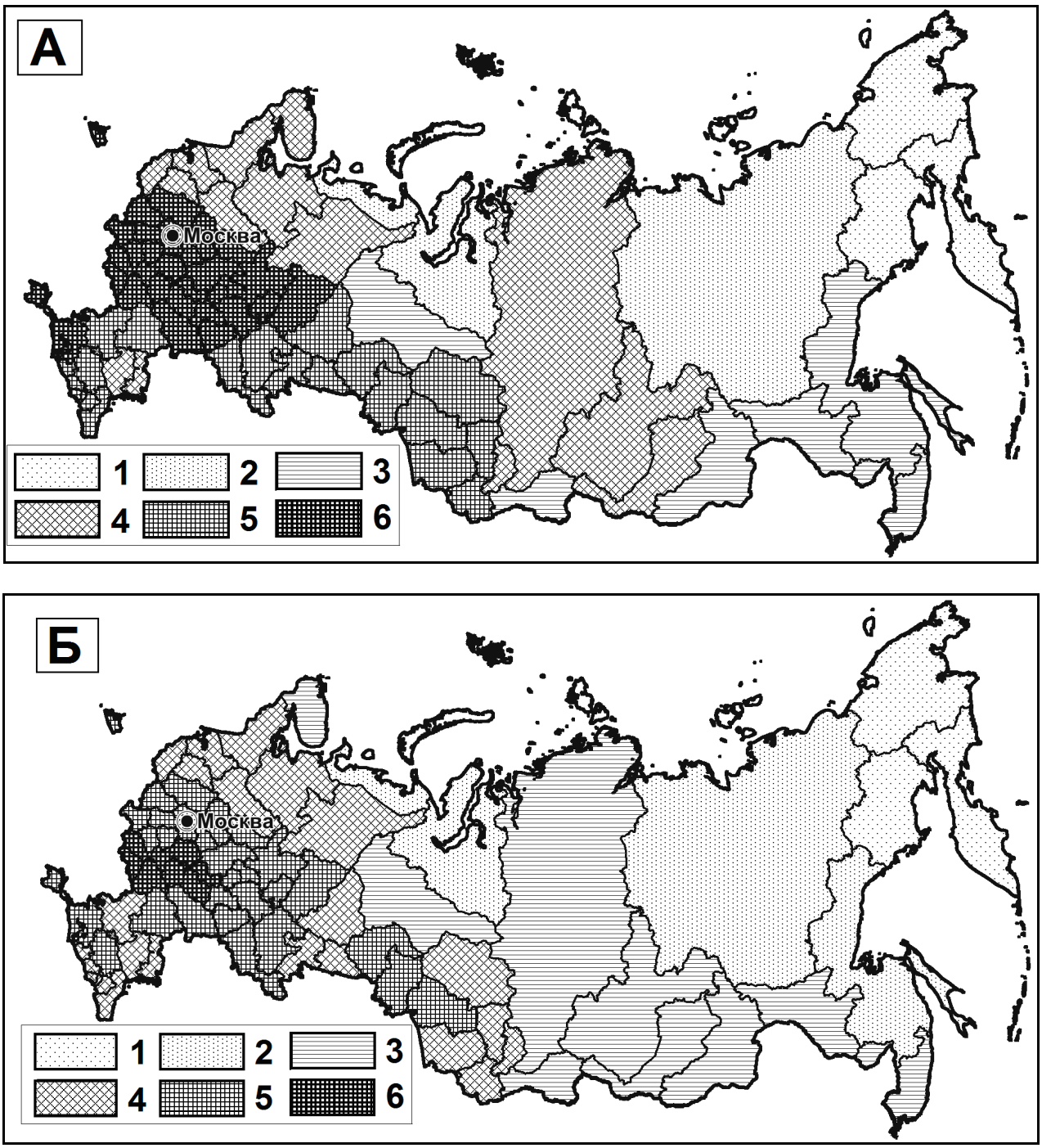


Рис. 3. Распространенность растений-аллергенов, цветущих суммарно за весь период вегетации. *Условные обозначения.* А – число видов растений: 1 – 30 и менее (3), 2 – 31-40 (3), 3 – 41-50 (8), 4 – 51-60 (14), 5 – 61-70 (21), 6 – 71 и более (33); Б – представленность суммарного значения «индекса аллергенности»: 1 – 70 и менее (3), 2 – 71-100 (5), 3 – 101-130 (10), 4 – 131-160 (24), 5 – 161-190 (32), 6 – 191 и более (8); в скобках – число субъектов РФ в данном ранге.

Концентрацию аллергенов в центральных регионах ЕТР можно связать еще с одним фактором – заболеваемость аллергией выше там, где более высокие показатели загрязненности воздуха, воды и пищевых продуктов. Повышенная концентрация

загрязнителей стимулируют у человека так называемую перекрестную аллергию (Романюк, 2010), что делает организм более восприимчивым к воздействию пыльцы. Возможно, поэтому растения, которые считаются аллергенами, сосредоточены в наиболее индустриально развитых и потому загрязненных регионах России.

Наибольшая общая аллергическая опасность весной (рис. 1 Б) отмечается в центральных регионах ЕТР и Калининградской области, уменьшаясь на юг и восток. Она вновь увеличивается на Дальнем Востоке (Приморский и Хабаровский края, Амурская область и Еврейская АО), но до сравнительно небольших величин. Это может быть связано с высокой аллергической опасностью почти всех ив и дубов широколиственных лесов Дальнего Востока. Минимальна в этот период опасность в Республике Саха-Якутия, Чукотском АО, Магаданской области и Камчатском крае, а также в республиках Предкавказья.

Летом (рис. 2 Б) наиболее опасны лесостепные и степные регионы ЕТР: Курская, Белгородская, Воронежская, Саратовская, Тамбовская, Самарская, Липецкая, Пензенская области, а также Ставропольский и Краснодарский края, Крым и Адыгея. Это связано с высокой аллергической опасностью большинства злаков и полыней, обильных в степях России (Дикарева, 2004). Довольно высокая опасность характерна и для широколиственных, мелколиственных и смешанных лесов за счет цветения злаков. Минимальна опасность – в северных и дальневосточных регионах: Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Чукотский АО, Магаданская, Сахалинская области, Хабаровский и Камчатский края, Республика Саха-Якутия.

Суммарно за весь период цветения (рис. 3 Б) наиболее опасными оказываются Курская, Белгородская, Воронежская, Рязанская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская области и Республика Мордовия. Как было отмечено, это регионы с высоким уровнем загрязнения окружающей среды.

В целом, как по числу видов-аллергенов, так и по «индексу аллергенности», наиболее опасны Рязанская и Воронежская области, а наименее опасны – Чукотский АО и Магаданская область.

Выводы к разделу 1

Проведенный анализ позволил выявить основные закономерности распространения растений-аллергенов в России. Наиболее опасным для аллергиков регионами оказались области центральной России. В весеннее время это Рязанская область, в летнее – Воронежская, а в целом за период вегетации – обе области. Весной наименее опасны Чукотский АО и Магаданская область, в летнее время – Магаданская область, а в целом – оба региона.

Требует дальнейших исследований гипотеза о связи заболеваемости поллинозом с загрязнением окружающей среды в регионе. Желательно также сопоставить наши результаты со статистическими данными о заболеваемости поллинозом.

Составленные карты могут служить справочным материалом для врачей-аллергологов и для больных пыльцевой аллергией. В перспективе, базируясь на этих картах и на положенной в их основу базе данных, предполагается разработка интерактивной информационной системы.

2. Картографирование количества видов аллергенных растений в расчете на административные единицы в Республике Казахстан

При картографировании аллергенных растений в республике Казахстан были применены те же методы, что и при картографировании аллергенов в России. Отличалось лишь

количество видов. В базе данных аллергенных растений представлены виды широкого распространения по территории страны, производящие значительное количество пыльцы и представляющие реальную угрозу населению. Для 59 видов была оценена степень их аллергической опасности по трехбалльной шкале: опасный (3), среднеопасный (2) и слабоопасный (1). Выбранные виды разбиты на две группы: цветущие весной (с апреля по начало июня) и летом (середина июня – начало сентября; Дикарева, Румянцев, 2015). Результат распределения анализируемых видов по категориям опасности и срокам цветения представлен в таблице 2.

Таблица 2. Распределение числа анализируемых видов-аллергенов Казахстана по категориям опасности и срокам цветения.

Период цветения	**Категория аллергической опасности**			
	Слабоопасные (1)	**Среднеопасные (2)**	**Опасные (3)**	**Всего**
Весенний	1	13	7	21
Летний	5	15	18	38
Всего	6	28	25	59

Таким образом, для весеннего периода характерен всего один слабоопасный вид, относящийся к семейству злаковых, – *Millium effusum*[1]. Он не представляет большой угрозы для аллергиков, так как его распространение ограничено: он произрастает исключительно в лесном поясе и на субальпийских лугах Восточного и Южного Казахстана. Количество аллергенов заметно увеличивается в летний период, который включает пять слабоопасных видов. Представителями этой категории являются виды семейства маревых (*Salsola arbuscula, Halocnemum strobilaceum, Anabasis salsa*) и злаковых (*Puccinellia dolicholepis, Trisetum sibiricum*), пыльца которых слабо аллергенна.

К среднеопасной аллергенной категории относятся 13 видов, которые цветут весной, и 15 с летним периодом цветения. Главными составляющими флоры, которая цветет в весенний период, являются семейства *Poacea* (*Stipa hohenackeriana, S. zalesskii, Bromopsis inermis, Poa angustifolia, Helictotrichon pubescens*), *Pinaceae* (*Pinus sylvestris*), семейство *Salicaceae* включает в себя 5 среднеопасных видов из рода тополевых (*Populus alba, P. laurifolia, P. diversifolia, P. nigra, P. tremula*) и один вид ивовых (*Salix viminalis*). Летнее время года в большей степени представлено цветением семейства *Poacea* (родов *Poa, Stipa* и *Festuca*), в меньшей степени – аллергенами средней степени семейства *Chenopodiaceae* (*Chenopodium album*) и *Urticaceae* (*Urtica dioica*). Суммарно данные виды имеют широкое распространение в природно-ландшафтном комплексе и повсеместно встречаются в каждом административном регионе Казахстана.

Категория опасных аллергенных растений в летний период значительно больше, чем в весенний. Это связано с обильным цветением семейства *Asteraceae*, которое включает максимальное количество видов-аллергенов для исследуемой территории, около 13 изученных: *Artemisia austriaca, A. leucodes, A. absinthium, A. transiliense, A. lessingiana, A. vulgaris, A. rutifolia, Ambrosia artemisiifolia* и др., семейство *Chenopodiaceae* (*Halimione verrucifera, Atriplex nitens, A. cana* и др.), также имеется небольшое количество представителей злаковых (*Festuca gigantea, F. kryloviana* и др.). Во всех научно-медицинских источниках полынные представляют огромною угрозу аллергикам, т.к. широко встречаются во многих населенных пунктах, имеют богатый видовой состав, их пыльца способна

[1] Латинские названия растений даны по работе «Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области)» (2003).

переноситься на существенные расстояния, что, естественно, ухудшает экологическое состояние того или иного региона. К особо опасным аллергенам весеннего периода относится небольшое количество видов: представители ивовых (*Salix cinerea, S. trianda*), злаковых (*Poa pratense, P. bulbosa, Festuca valesiaca, Alopecurus platensis*) и маревых (*Atriplex tatarica*).

Для каждой административной области Республики Казахстан были рассчитаны два показателя: общее число аллергенных видов и «индекс аллергенности». На основе полученной базы данных были построены картосхемы, показывающие максимальное или минимальные содержание аллергенов в области, а также степень аллергенной опасности региона.

В итоге максимальное число аллергенных видов, цветущих весной, встречается в Восточно-Казахстанской области – 19 аллергенов, также необходимо отметить Северные регионы Казахстана, в которых концентрируется от 13 до 16 видов (рис. 4 а). При продвижении с севера на юг количество видов заметно уменьшается, минимальные значения имеют Атырауская, Мангистауская и Кызылординская области, они содержат до 6 видов. Показатель преобладания растений-аллергенов в Северных регионах и Восточно-Казахстанской области объясняется цветением лиственных (тополь, ива, осина) и хвойных деревьев (сосна).

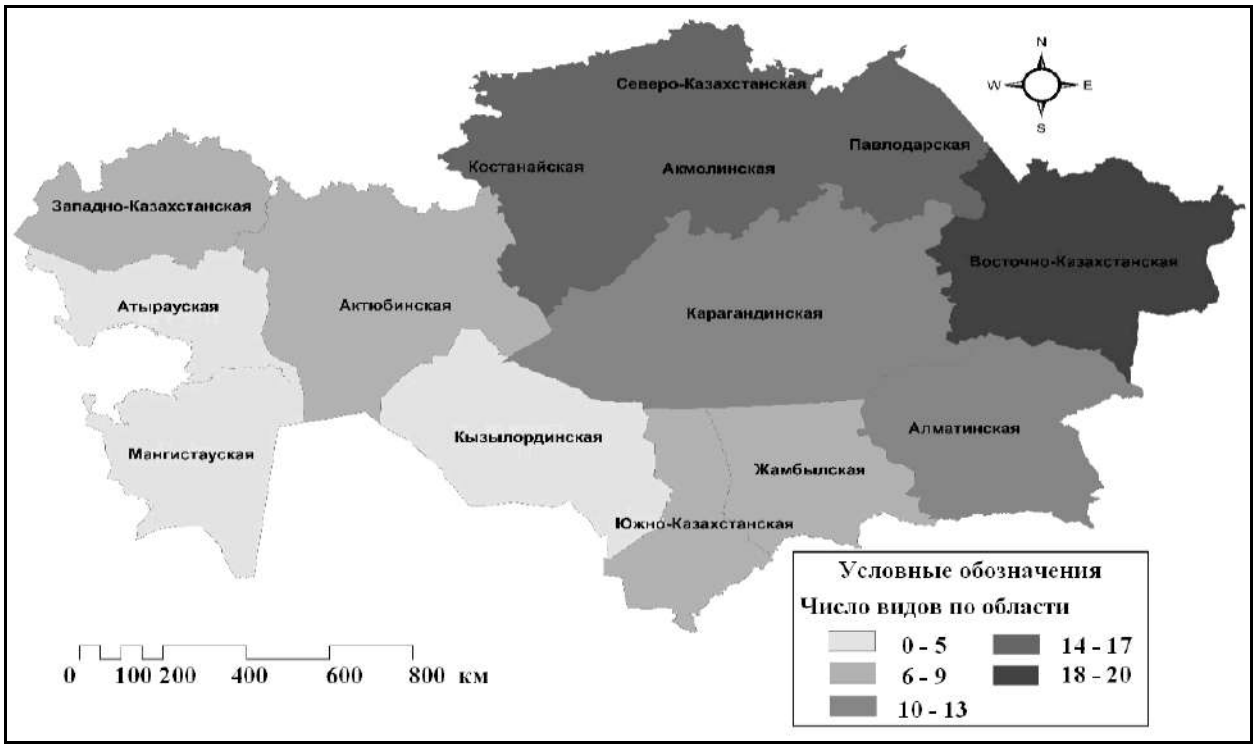
Высоким показателем общей аллергической опасности в весенний период цветения характеризуются Восточно-Казахстанская и Костанайская области (рис. 4 б). Нельзя не отметить больших концентраций растений-аллергенов в Акмолинской, Карагандинской, Северо-Казахстанской и Павлодарской областях, что объясняется наличием большого количества древесных пород, из которых часть является опасной: *Salix cinerea* и *S. trianda*, произрастающие в степных регионах Северо-Казахстанской и Центральной частей страны. Значение опасности снижается с продвижением на юг и юго-запад, что объясняется переходом из полупустынной зоны к пустынной, с изменением климатических, гидрологических и почвенных условий. Здесь развиваются в основном солеустойчивые аллергенные виды, не представляющие высокой опасности возникновения поллиноза, например, *Salsola arbuscula*. Так, Атырауская, Актюбинская, Кызылординская области имеют наименьший показатель «индекса аллергенности» и не представляют большой опасности для проживания аллергиков.

Наивысшее число растений-аллергенов, цветущих в летний период, относится к Алматинской области (30 видов), а также к Актюбинской, Карагандинской и Восточно-Казахстанской, показатели которых варьируют от 24 до 27 видов (рис. 5 а). Это связано с началом обильного цветения растений из семейств злаковых, маревых и полынных. Наименьшее количество аллергенных видов приурочено к западным и юго-западным административным единицам: Западно-Казахстанская, Атырауская, Мангистауская, Кызылординская и Южно-Казахстанская.

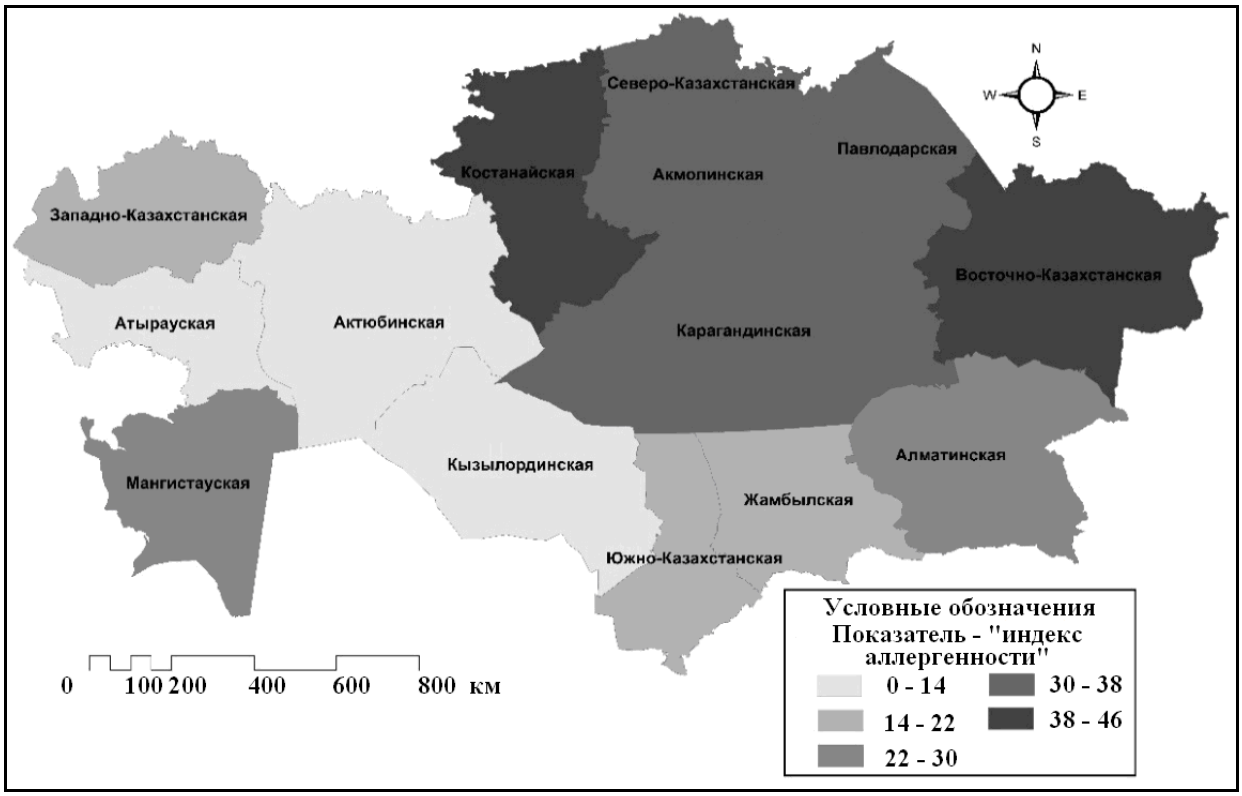
В летнее время максимально опасными регионами являются Восточно-Казахстанская и Алматинская, а также Жамбылская, Карагандинская, Актюбинская и Костанайская области (рис. 5 б). Причиной является высокая аллергическая опасность широко распространенных полынных ассоциаций, а также злаковых и маревых в совокупности с длительным цветением растений-аллергенов, формирующих данные ассоциации, – с июня месяца до середины сентября. Наименьшая угроза для населения, страдающего поллинозом, исходит от Мангистауской области.

Проанализировав в отдельности весенний и летний периоды, можно прийти к заключению, что наибольшая концентрация аллергенных видов за весь период цветения приурочена к Восточно-Казахстанской и Алматинской областям (рис. 6 а). Это объясняется наличием высотной поясности, которая определяет значительное разнообразие типов

растительности и очень резкие флористические отличия от флор степных и пустынных равнинных провинций.

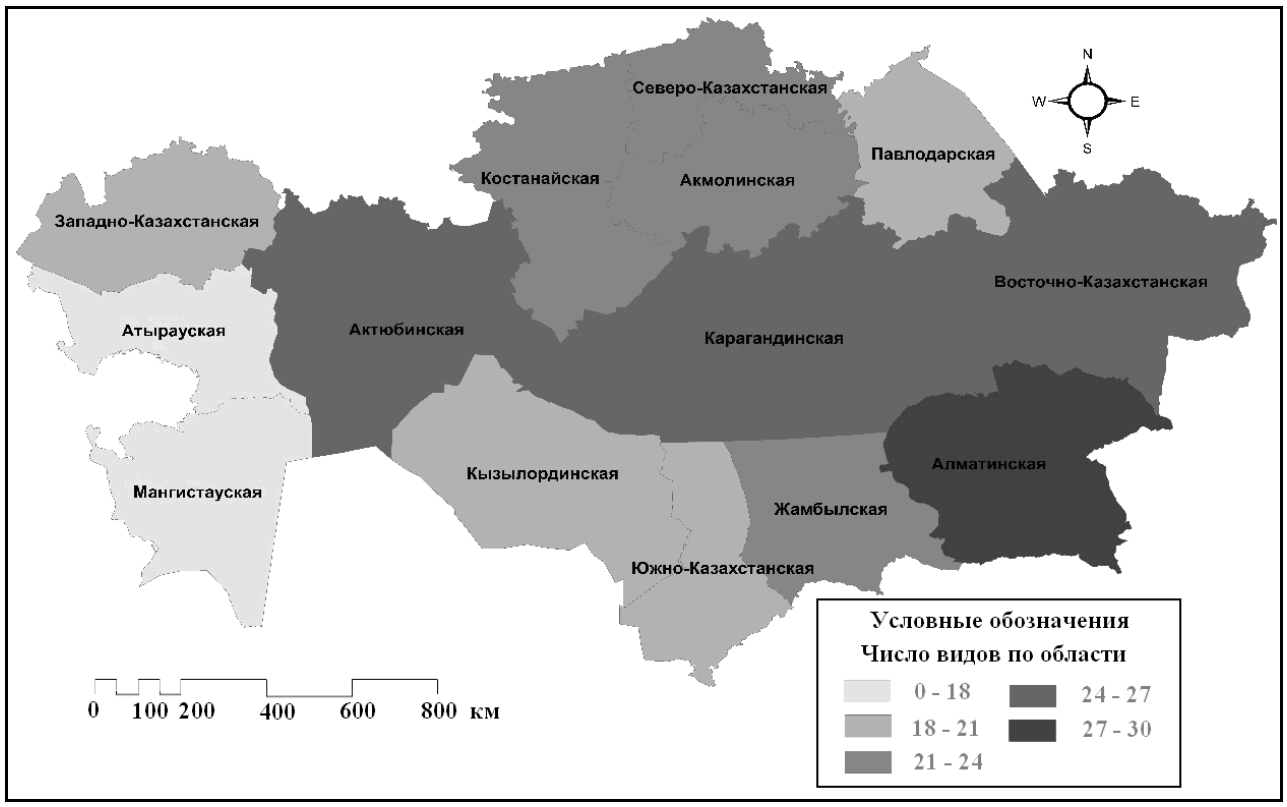


а)

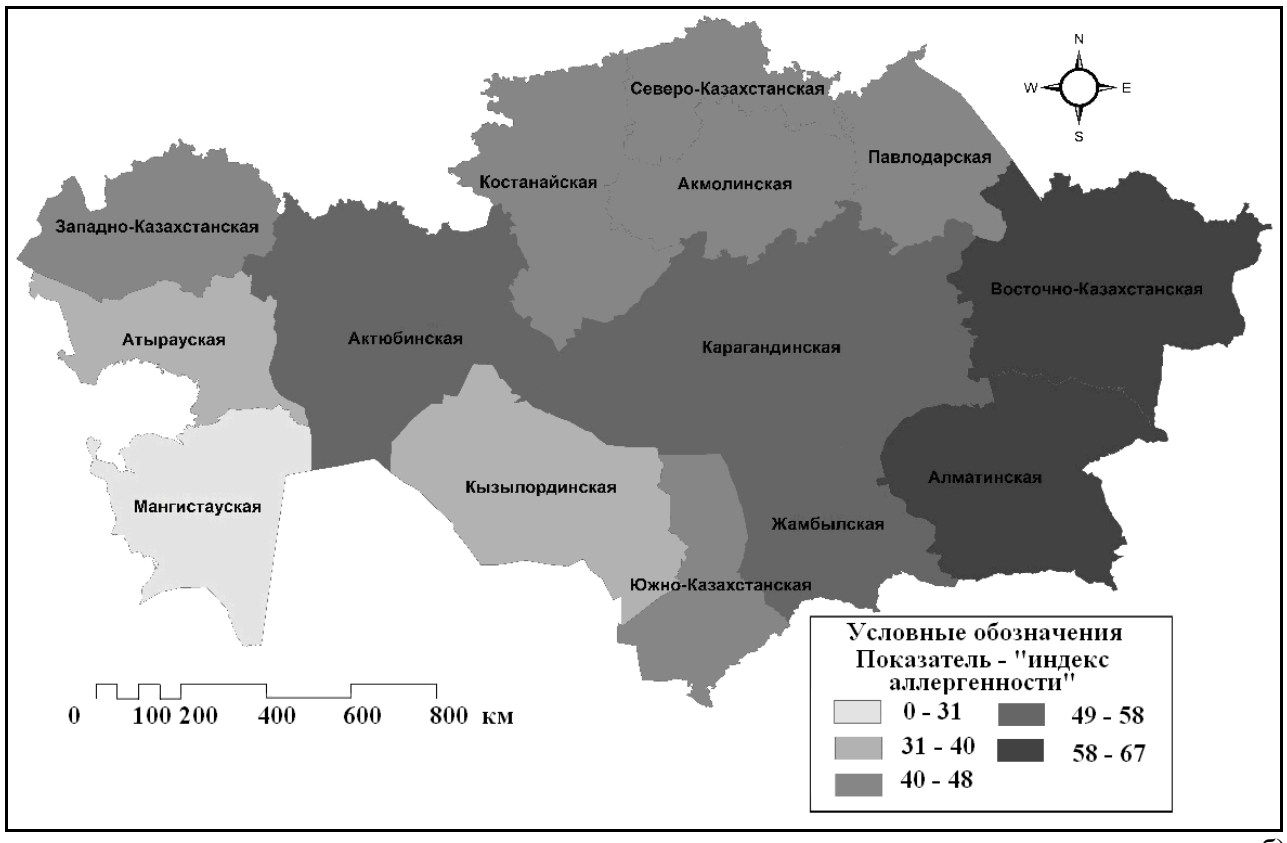


б)

Рис. 4. Картосхема а) распространения видов растений-аллергенов, цветущих в весенний период, б) суммарного значения «индекса аллергенности» за весенний период.

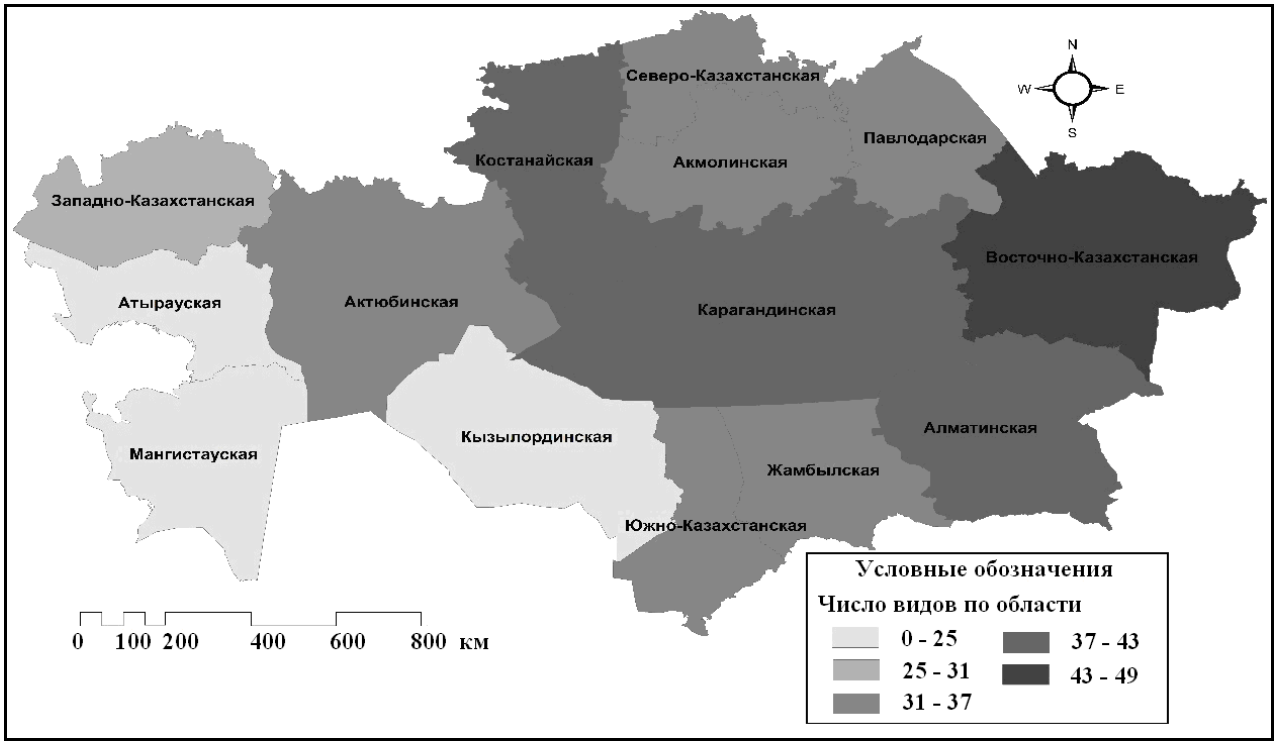


а)

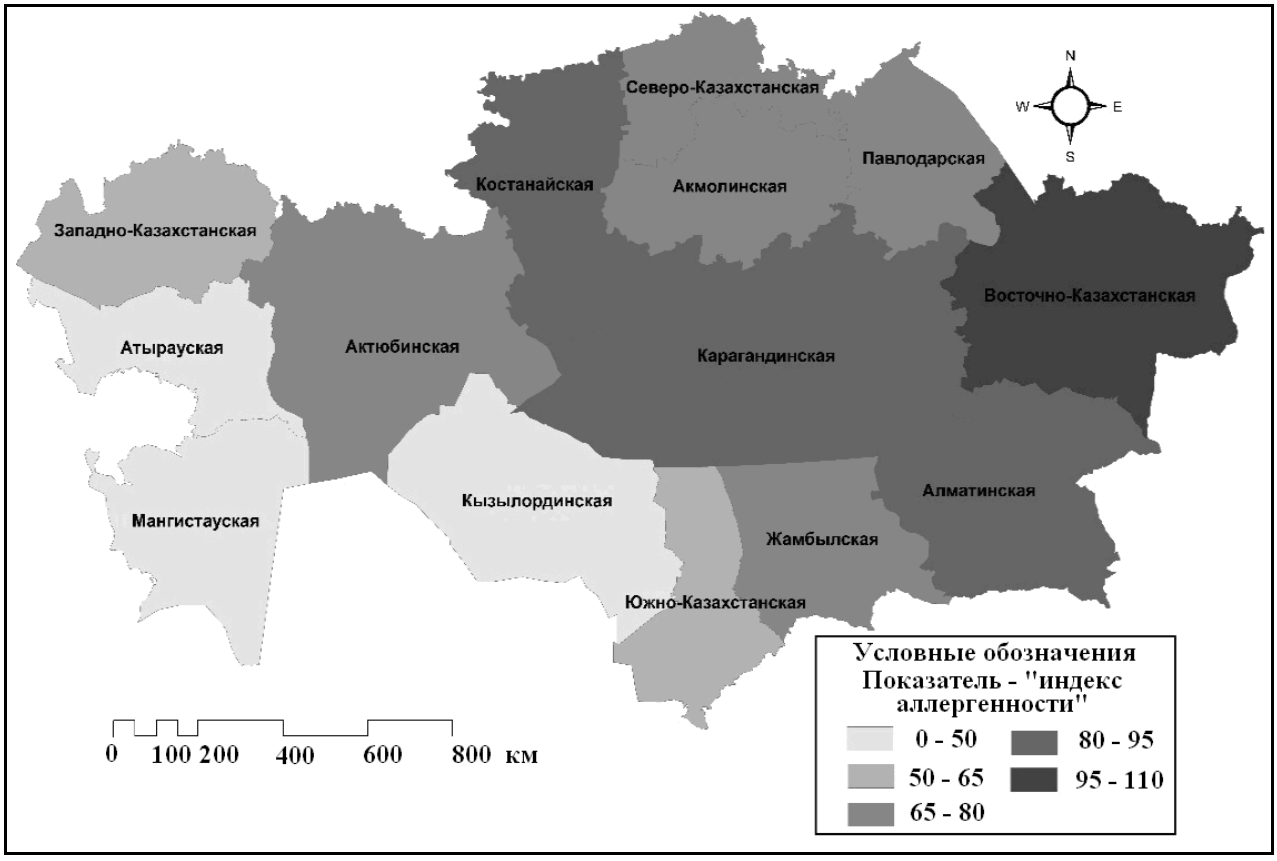


б)

Рис. 5. Картосхема а) распространения видов растений-аллергенов, цветущих в летний период, б) суммарного значения «индекса аллергенности» за летний период.



а)



б)

Рис. 6. Картосхема а) распространения видов растений-аллергенов по областям РК суммарно за весь период вегетации, б) суммарного значения «индекса аллергенности» за весь период вегетации.

Концентрацию аллергенных видов можно объяснить с точки зрения производственного потенциала области. В нашем случае данные области подвержены загрязнению естественной среды, а значит, контакт пыльцевых зерен с вредными веществами неизбежен. Все это может привести к ухудшению здоровья и проявлению осложнений у населения, страдающего аллергией.

Наиболее опасными областями за весь период цветения является Восточно-Казахстанская и Алматинская области, также сюда можно отнести Карагандинскую и Костанайскую (рис. 6 б). Наименее опасны Атырауская, Мангистауская и Кызылординская области, хотя их выделение может обладать некоторыми погрешностями, т.к. для данных регионах отсутствуют исследования в области изучения аллергенных растений.

3. Анализ количественной характеристики аллергенной потенциальной опасности каждой административной единицы РК в соотношении с населением

В связи с ростом аллергических заболеваний и более тяжелым протеканием этих болезней аллергическая патология за последние годы превратилась в медико-биологическую проблему, имеющую первостепенное значение. В структуре аллергической заболеваемости у детей одно из первых мест принадлежит бронхиальной астме (Балаболкин, 1985).

Основу формирования бронхиальной астмы как аллергического заболевания составляет развитие чувствительности организма к веществам и соединениям экзогенного и эндогенного происхождения, обладающим антигенными свойствами. Воздействие того или иного аллергена на организм человека с дальнейшим проявлением аллергических реакций ведет к возникновению бронхиальной астмы. По своему происхождению известные в настоящее время аллергены разделяются на две группы: экзогенные, поступающие из окружающей среды, и эндогенные, образующиеся в органах и тканях организма человека (Балаболкин, 1985). В нашем случае наибольший интерес вызывает влияние на человеческий организм аллергенов, поступающих из внешней среды, а именно – влияние распространения растений-аллергенов на возникновение бронхиальной астмы.

В результате исследований болезни медики пришли к выводу, что большинство аллергенов, вызывающих астматические приступы, содержатся в воздухе. Главными возбудителями являются: пыльца растений, микроскопические грибы, домашняя пыль и многие другие вещества растительного и животного происхождения. Причиной развития пыльцевой бронхиальной астмы могут быть аллергены трех основных групп растений. Это деревья и кустарники, в нашем случае – ива, тополь, сосна; злаковые растения – овсяница, лисохвост, мятлик, костер, ковыль и другие, а также сорные травы – полынь, лебеда, амброзия, крапива, и другие (Чучалин, 1985).

В связи с фенологией цветения представителей аллергенной флоры отмечаются несколько периодов прогрессирования болезни: весенний (апрель-май), обусловленный пыльцой деревьев; летний (июнь-август), связанный с пыльцой злаковых растений; осенний (август-октябрь), обусловленный пыльцой сорных трав. В зависимости от климатической зоны могут меняться сроки цветения и спектр аллергенов.

Весьма значительна распространенность бронхиальной астмы в детском возрасте. По данным различных авторов, показатель распространенности этого заболевания колеблется от 1 до 20 случаев на 1000 человек. В Республике Казахстан абсолютное число детей, зарегистрированных с данным диагнозом, составило 106 на 100 тыс. детского населения (Сырбаева, 2014).

Результаты и их обсуждение. Были проведены расчеты «показателя опасности» для населения каждой административной единицы страны. Показатель рассчитывался путем присвоения каждой единице РК балла, который был определен в результате деления общей

численности населения региона на 100 тыс. человек. Далее полученный балл умножался на ранее рассчитанный автором «индекс аллергенной» опасности. В результате был получен «показатель опасности», благодаря которому можно провести анализ максимального и минимального воздействия аллергенных растений на население в каждого области страны в расчете на 100 тыс. человек (Дикарева, Румянцев, 2015).

Рассматривая полученный результат, следует отметить максимальную опасность для Алматинской области, где на 100 тыс. человек приходится почти 1600 заболевших. Это связано с максимальным индексом аллергенной опасности для данного региона и большой численностью населения (около 1 млн. 800 тыс. человек), а также с высокой индустриальной развитостью и наибольшим скоплением автотранспорта в регионе. Как рассматривалось выше, обострение аллергических реакций обусловлено неблагоприятными условиями, связанными с загрязнением окружающей среды.

Для Западно-Казахстанской, Мангистауской, Южно-Казахстанской, Карагандинской и Жамбылской областей на каждые 100 тыс. человек наблюдается от 650 до 1100 подверженных заболеванию поллинозом (рис. 7). Несмотря на то что некоторые из этих областей имеют невысокий показатель индекса аллергенной опасности (Мангистауская область – около 47), за счет наибольшей концентрации людей (более 2 млн. человек) данный показатель возрастает.

Все северные регионы РК (Костанайская, Северо-Казахстанская, Павлодарская, Акмолинская области), Восточно-Казахстанская и Актюбинская области имеют показатель опасности, который варьирует от 400 до 650 заболевших на 100 тыс. человек. Минимальные значения до 400 человек имеют две области республики: Атырауская и Кызылординская. Для них характерно, во-первых, невысокое содержание аллергенных видов растений; во-вторых, «индекс аллергенности» для двух субъектов является относительно небольшим (54) по сравнению с другими рассматриваемыми регионами страны.

В общем, самой опасной областью для населения является Алматинская, а к наименее опасным относятся Кызылординская и Атырауская области, но и это выделение может быть с погрешностями, т.к. для данных регионов отсутствуют исследования в области аллергенных растений, чего нельзя сказать об Алматинской области, где содержится большая база научно-исследовательских материалов о пыльцевых комплексах как факторе проявления поллиноза.

Выводы к разделам 2 и 3

Республика Казахстан представлена существенным разнообразием растений-аллергенов. Было выделено 59 видов, относящихся к 32 родам и 6 семействам. Аллергены, пыльца которых способна повлиять на развитие поллиноза, широко распространены в разных областях страны. В ходе исследования распространения аллергенной флоры было выделено значительное преобладание видов аридного комплекса семейства *Poaceae* (роды *Poa, Stipa, Festuca*) и *Asteraceae* (*Artemisia*).

Аллергенные виды разнообразны как по таксономическому составу, так и по экологическим особенностям. Они встречаются во всех природных зонах и поясах Казахстана, причем каждая зона и каждый пояс имеют свои специфические виды аллергенов. Для равнинных областей Казахстана характерно значительное количество родов аридного комплекса, доминирующими семействами являются *Poaceae* (роды *Poa, Stipa, Festuca*) и *Asteraceae* (*Artemisia*). Горные районы республики представлены большим разнообразием аллергенных видов, главными доминантами являются *Artemisia rutifolia, A. dracunculus, Festuca kryloviana, F. gigantea, F. valesiaca, Helictotrichon pubescens,* из рода *Poa* встречаются *P. alpina, P. bulbosa, P. angustifolia*, из древесных видов – *Pinus sylvestris*. Растительность в

речных долинах развивается в особых экологических условиях, отличных от условий произрастания равнинных или горных ассоциаций. Самое главное в них – полная обеспеченность растительности водой. Широкое распространение по долинам рек имеют виды *Populus diversifolia, P. alba, P. nigra, P. laurifolia, Salix cinerea, S. trianda, S. viminalis, Phragmites australis.*

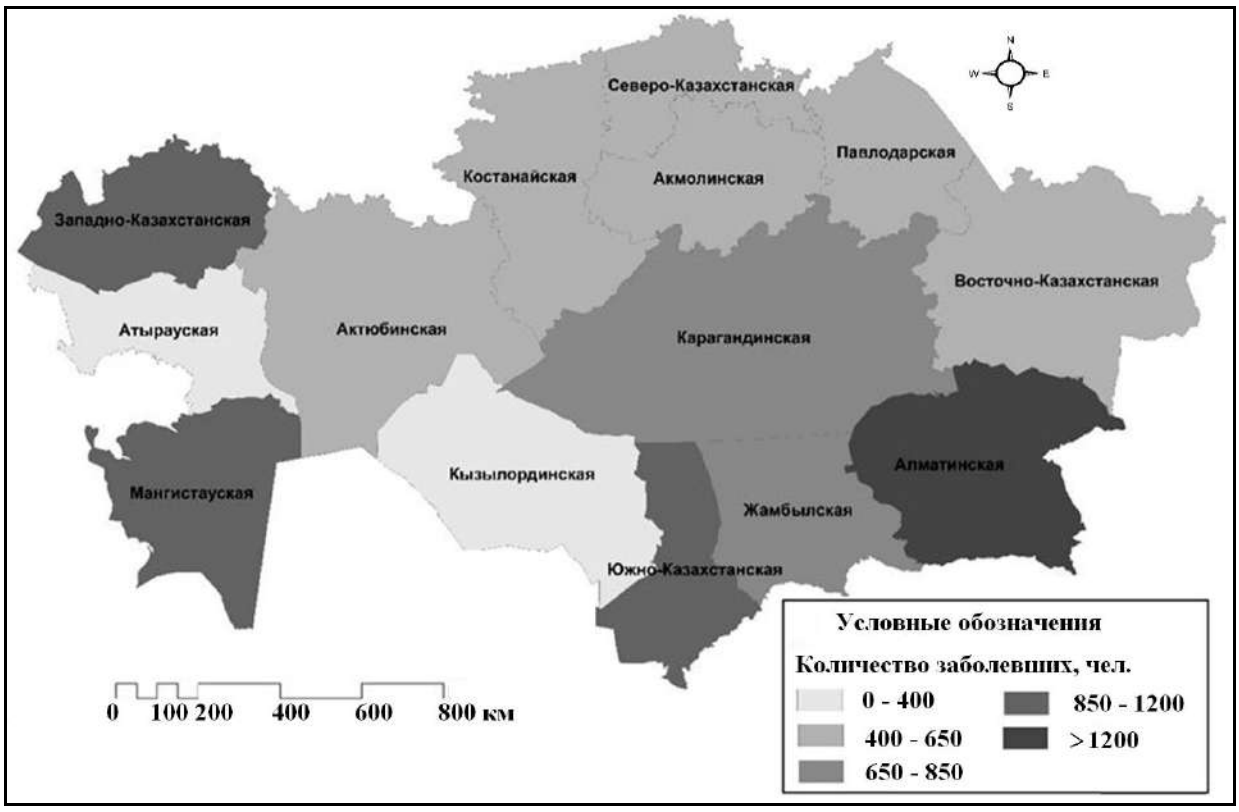


Рис. 7. Картосхема «показателя опасности», рассчитанного для населения каждой административной единицы РК (на каждые 100 тыс. человек).

Проанализировав особенности цветения аллергенных растений, можно выделить два этапа цветения: 1) весенний, включающий месяцы с апреля по май, – в основном все деревья и кустарниковые; 2) летний, который имеет два четких подэтапа: а) июнь-июль – злаковые; б) июль-август (сентябрь) – сорняковые полыни, маревые.

Наиболее аллергенноопасными видами являются представители полынных, злаковых и маревых, которые имеют высокую встречаемость и часто преобладают в степных, полупустынных и пустынных экосистемах. Наименее опасных растений весьма небольшой список – это некоторые виды из представителей маревых и злаковых. Встречаемость их в различных экосистемах невысока, а пыльца, судя по данным из научно-медицинских источников, не является аллергенноопасной.

Наиболее высокими показателями концентрации аллергенных растений являются Восточно-Казахстанская и Алматинская области: Восточно-Казахстанская область имеет наибольшую концентрацию аллергенов в весенний период – около 19 видов, Алматинская представлена максимумом в летний период – 30 видов. Суммарно за весь период цветения аллергенных растений данные области также доминируют. Восточно-Казахстанская область представлена 46 аллергенами, Алматинская – 42. Также можно выделить Костанайскую и Карагандинскую области, которые имеют существенный показатель концентрации аллергенов, для данных областей он одинаков – 39 видов. По результатам исследования к

наименее опасным относятся Атырауская, Мангистауская и Кызылординская области. За весь вегетационный период в данных регионах сосредоточено от 22 до 25 аллергенных видов растений, что в два раза меньше Восточно-Казахстанской и Алматинской областей. Как за весь период, так и отдельно по сезонам (весенний, летний), данные области имеют минимальные показатели: в летний период – от 16 до 18 аллергенов, в весенний – в пределах 5-6 видов.

Расчет «индекса аллергенной» опасности выявил регионы с наиболее (наименее) благоприятными условиями для проживания аллергиков в разные периоды. В летний период наивысший показатель аллергенной опасности имеет Восточно-Казахстанская область, где индекс равен 62, и Алматинская с индексом, равным 60; также нельзя не отметить высокий «индекс аллергенности» в Актюбинской, Карагандинской и Жамбылской областях, где он одинаков и составляет 58. Наименьший показатель приходится на Мангистаускую область – 31. Для весеннего периода наиболее опасные области по «индексу аллергенной опасности» являются Костанайская – 39 и Восточно-Казахстанская – 41, а также все регионы северного Казахстана, их показатели колеблются от 32 до 38. Наименее опасными весной являются Актюбинская, Атырауская и Кызылординская области, их индекс варьирует от 12 до 15.

В общем, как по числу видов-аллергенов, так и по «индексу аллергенности» за весь период вегетации растений-аллергенов, наиболее опасные – Восточно-Казахстанская и Алматинская области, т.к. они лучше всего освоены и характеризуются высоким уровнем загрязнения окружающей среды, а наименее опасными являются Мангистауская, Атырауская и Кызылординская области.

При расчете показателя аллергенной опасности для населения каждой административной единицы страны были выявлены наиболее уязвимая и менее благоприятная – Алматинская область, где на 100 тыс. человек приходится почти 1600 заболевших. К наименее опасным регионам для аллергиков относятся Атырауская и Кызылординская области, где на 100 тыс. человек приходится всего 400 возможных заболевших поллинозом.

4. Аллергенные коренные и интродуцированные растения Москвы и Московской области

В Москве и Московской области практически невозможно найти участки растительности, которые сохранили бы свой первоначальный облик. Темпы современной урбанизации приводят к нарушению естественных растительных сообществ и флор. В крупных городах, таких как Москва, происходит формирование особой природно-антропогенной среды, при этом в местную флору внедряются заносные виды.

Тем не менее, разнообразие как природных, так и искусственных местообитаний определило состав флоры и ее разнообразие. Флора Московского региона насчитывает свыше 1600 видов сосудистых растений, при этом около 730 из них аборигенные (Флора Москвы, 2007).

Важную роль в жизни города играют именно зеленые насаждения. Москва относится к наиболее озелененным мегаполисам мира. В состав города входит 17 лесопарков, 17 городских, 58 районных, 9 специализированных (табл. 3), 14 садов, около 700 скверов и 100 бульваров, общая площадь которых составляет 35100 га (Экологический …, 2000).

Результаты и их обсуждение. Аборигенные виды. Элементами аборигенной флоры, вызывающими аллергию, являются представители родов древесных растений: лещина, сосна, ясень, дуб, ольха, липа, ива, ель, вяз, береза, а также некоторые сорные травы и злаки.

При этом размещение видов на территории Москвы очень неоднородно. Это связано с экологическими особенностями видов, а также с политикой городской администрации по озеленению. Так, согласно нормам посадки деревьев и кустарников городских зеленых

насаждений 1988 года, основной ассортимент высаживаемых видов представляли следующие аборигенные виды деревьев: береза плакучая и пушистая, дуб черешчатый, ель колючая и обыкновенная, липа крупнолистная и мелколистная (или сердцевидная), ясень ланцетный. Все перечисленные виды могут вызывать аллергию.

Таблица 3. Лесопарки г. Москвы.

Наименование лесопарка	**Площадь, га**
Химкинский лесопарк	277.0
Хлебниковский лесопарк	328.2
Леса Сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева	248.0
НП «Лосиный остров»	2910.0
Лесопарк «Сокольники»	590.0
Лесопарк «Измайлово»	1295.3
Терлецкий лесопарк	141.5
Лесопарк «Кусково»	302.0
Салтыковский лесопарк	24.0
Лесопарк «Кузьминки»	946.4
Видновский лесопарк	23.0
Бирюлевский лесопарк	348.7
В т.ч. лесопарк «Царицыно»	175.0
Природный парк «Битцевский лес»	2230.0
В т.ч.: Ясеневский лесопарк	625.0
Олимпийский лесопарк	793.0
Бутовский лесопарк	280.4
Тропаревский лесопарк	502.0
Фили-Кунцевский лесопарк	284.0
Баковский лесопарк	40.0
Серебряноборское лесничество РАН	533.0
Покровско-Стрешневский лесопарк	238.0
Хорошевский лесопарк	197.0
Красногорский лесопарк	58.0
Крюковский	875.4
ВСЕГО	12671.9

Согласно данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, наиболее часто в пределах мегаполиса встречается липа – 32%.

Инвазивные виды. Отдельная оценка участия инвазивных видов во флоре, а также анализ их распространения имеют большое значение, т.к., с одной стороны, адвентивные виды могут представлять угрозу биологическому разнообразию, а с другой – здоровью населения, пыльца ряда видов является сильным аллергеном. В некоторых случаях происходит гибридизация с местными видами, что приводит к образованию новых «сверхактивных

видов-трансформеров» (Майоров и др., 2012). Их воздействие труднопредсказуемо. В Российской Федерации борьба с инвазивными видами законодательно никак не оговорена, таким образом, заносные виды с каждым годом захватывают все большие территории.

Среди инвазивных видов для анализа выбрана амброзия, представленная в Московском региона 3 американскими видами, при этом регулярно встречается только амброзия полыннолистная (*A. artemisiifolia* L.). Амброзии трехраздельная (*A. trifida* L.) и голоколосая (*A. psylostachya* DC.) известны лишь по единичным находкам.

Родиной амброзии полыннолистной являются Соединенные штаты Америки, особенно широко она распространена в восточных и центральных штатах. Встречается также и в других странах. Занесена в настоящий момент во все части света, внесена в список 100 наиболее агрессивных инвазивных видов Европы. В России считается карантинным сорняком в соответствии с Приказом Минсельхоза РФ от 15.12.14 г. № 501 «Об утверждении перечня карантинных объектов» (Приказ …, 2015). Все три вида амброзии представляют потенциальную опасность для экосистем в силу того, что, расселяясь, занимают доминирующие роли в сообществах, натурализуются и являются трудноискоренимыми (Перечень …, 2003).

Впервые в Московской области амброзия была обнаружена в Коломне (Октябрева и др., 1978). Регулярно отмечается по откосам железных дорог, сорным местам и пустырям.

В XXI веке вопрос изучения распространения растений и их пыльцы стоит особенно остро в связи с ежегодным ростом заболеваемости поллинозами. Программа аэропалинологических исследований в России была запущена в 2001 году. В ряде городов были сформированы специальные станции для мониторинга эмиссии пыльцы. Одним из таких городов стала Москва. Аэропалинологические станции работают с 15 апрель по 15 сентября каждого года (период наибольшего пыления растений). Данные о количественном и качественном содержании пыльцы публиковались на двух сайтах (Календарь пыления, 2015; Аллергология, 2015).

Анализ сведений о концентрации пыльцы позволяет изучить сроки цветения вида, обилие, степень изоляции популяций, изменения растительного покрова, а также распространенность поллинозов.

Аллергенные виды растений можно разбить на три группы: цветущие весной (с апреля-мая по начало июня), летом (июнь-август) и с лета по осень. В первый (весенний) период обострения поллиноза пылят древесные растения: в марте-апреле зацветают ольха, лещина и береза. В конце апреля – ива, тополь, вяз, ясень, клен. В мае – дуб и хвойные (сосна, ель). В Москве и Московской области высокие концентрации пыльцы у березы, ольхи, лещины, дуба, ясеня, клена. Наиболее значимым аллергеном у древесных растений является пыльца березы, ее уровень содержания в воздухе в период весенней эмиссии наибольший. В мае высокие концентрации пыльцы у дуба. Позже всех, в июне, пылит липа.

При этом весь перечень видов был обнаружен на территории всех исследуемых участков. Вероятно, это связано с сильной нарушенностью городских растительных сообществ, в силу чего широкое распространение получают сорные травы и злаки.

Наиболее однородно распределена сосна, относительно других пород ее численность не высока, она не входит в перечень видов, используемых городской администрацией для озеленения, кроме того, она не является пионером (как береза и осина). Также невысокой численностью характеризуются ольха, дуб и лещина. Наибольшего распространения достигают клен, береза и липа; при этом липа и клен активно используются для озеленения. Самый зеленый округ Москвы – Юго-западный, по данным реестра, здесь произрастает 659997 древесных пород, провоцирующих аллергию, что составляет 18% всех деревьев-аллергенов города. Наименее зеленый – Северо-западный округ с 51418 деревьями (1.4%). Для остальных административных округов эти показатели таковы: Северный – 428099

(11.7%), Северо-восточный – 533557 (14.7%), Восточный – 561927 (15.4%), Юго-восточный – 251950 (13.8%), Южный – 398682 (10.9%), Западный – 351792 (9.6%), Центральный – 391659 (10.7%). Общее число деревьев – 3629081 (рис. 8).

В видовом отношении наибольшая численность у клена, что объясняется особенностями учета – коренные виды клена и завозные, которые высаживают в зеленых зонах города, не дифференцируются, что в сумме дает высокие показатели численности.

Интродуцированные аллергены. Амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*) – это карантинный сорняк, представляющий угрозу экономическую и биологическому разнообразию, а также здоровью населения. Растение провоцирует аллергию в период цветения в конце лета – начале осени, при этом вызывает у больных астму почти в два раза чаще, чем другие растения-аллергены (Dahl et al., 1999). Чувствительность к пыльце возникает, когда число пыльцевых зерен, оседающих из 1 м^3 воздуха составляет не менее 20 единиц.

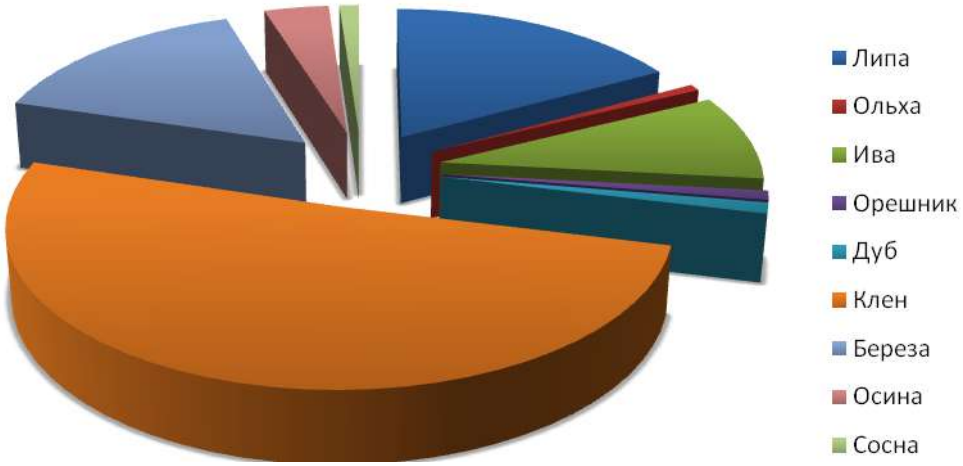


Рис. 8. Соотношение различных пород деревьев в Москве.

Этот вид амброзии – ветроопыляемый. Пыльники открываются с ростом температуры и при низкой относительной влажности, т.е. преимущественно утром, после восхода, при этом эмиссия продолжается только 6 часов (Martin et al., 2010). Продукция пыльцы колеблется в зависимости от размера и возраста растения от 0.1 до 3.8 миллиардов пыльцевых зерен на растение (Fumanal et al., 2007). Диаметр пыльцевых зерен составляет 18-22 микрон (Taramarcaz et al., 2005).

Условия обитания. В коренных местообитаниях *A. Artemisiifolia* произрастает в условиях умеренного континентального климата (Bassett, Crompton, 1975). В Европе оптимальными считаются условия с высокими суммарными значениями температур в течение вегетационного периода (Essl et al., 2009). В Центральной Европе низкие летние температуры были признаны основным климатическим лимитирующим фактором (Essl et al., 2009). Этим объясняется отсутствие *A. artemisiifolia* в горной местности на большей территории Европы.

A. artemisiifolia успешно произрастает и размножается на участках с различной текстурой почв, толерантна к трофности субстрата, препятствует нормальному развитию корневой системы повышение солености субстрата.

Растение достаточно хорошо переносит засуху, его листья могут терять до 70% содержащейся влаги без необратимых последствий, при этом сохраняя способность производить семена. Однако *A. artemisiifolia* чувствительна к заморозкам, поздние весенние заморозки убивают ее всходы (Leiblein-Wild et al., 2014).

Местообитания. В Московском регионе наиболее часто *A. artemisiifolia* встречается по

откосам железных дорог, сорным местам и на пустырях. На территориях своего коренного произрастания преимущественно растет в сообществах нарушенных местообитаний: на пахотных полях, пустошах, вдоль дорог, но иногда встречается и в естественных сообществах (Bullok et al., 2012).

Биохимические особенности. Стоит отметить, что вещества, производимые *A. artemisiifolia,* оказывают подавляющий эффект на рост других растений. Величина этого воздействия варьирует в зависимости от части растения (корни, листья, соцветия). Наибольший негативный эффект оказывает вытяжка из мужских соцветий. В лабораторном исследовании (Vidotto et al., 2013) было показано, что, разлагаясь, остатки *A. artemisiifolia* тормозят в развитии семена других видов. При этом наиболее чувствительными оказались семена томата (*Solanum lycopersicum*), всхожесть семян, подвергшихся воздействию, оказалась ниже на 50%, нежели всхожесть контрольной группы.

Распространение. Родиной амброзии является Северная и Средняя Америка, она широко распространена в США, особенно в восточных и центральных штатах. Встречается также в Канаде, Мексике, Перу, Аргентине, Боливии и других.

С середины XIX века *A. artemisiifolia* вторгалась на некоторые участки умеренного пояса, включая Европу, Китай, Японию, Южную Корею, Южную Африку, Австралию и Новую Зеландию. Первые растения на территории бывшего СССР были отмечены в 1918 г. в окрестностях Ставрополя (Марьюшкина, 1986). В конце XX века в России *A. artemisiifolia* заполонила более чем 50 тыс. км^2 территории и продолжила свое распространение в начале следующего столетия.

В Московском регионе пыльца *A. artemisiifolia* отмечается в составе аэропалинологического спектра с 1994 года, но нерегулярно, не каждый год. Пыление в среднем длится около недели в конце августа – начале сентября, хотя единичные зерна улавливаются весь период с июля по ноябрь. Число пыльцевых зерен в некоторые дни может достигать 60-90 единиц в воздухе (рис. 9) и приближться к критическому уровню.

Несмотря на то что в южных регионах России *A. artemisiifolia* распространена достаточно широко, в Московском регионе ее распространение ограничено. Задокументированные находки амброзии показаны на рисунках 10 и 11. Все точки находок приурочены к железнодорожным станциям.

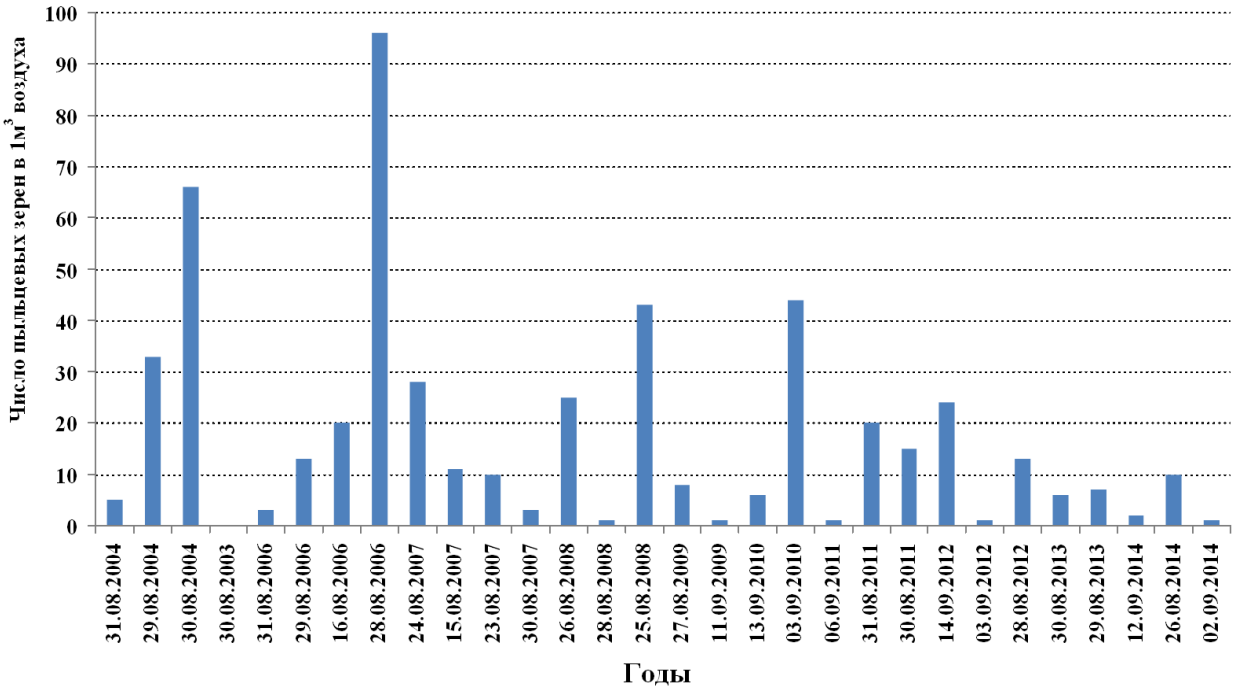
По-видимому, высокие концентрации пыльцы *A. artemisiifolia* связаны с дальним переносом воздушными массами из более южных регионов посредством западного переноса. Учитывая климатические условия региона и тот факт, что в Московской области при ведении сельского хозяйства активно применяются гербициды для борьбы с сорными растениями, дальнейшая активная экспансия *A. artemisiifolia* маловероятна. Вид не в состоянии конкурировать ни с аборигенными видами, ни с иными представителями адвентивной флоры.

Выводы к разделу 4

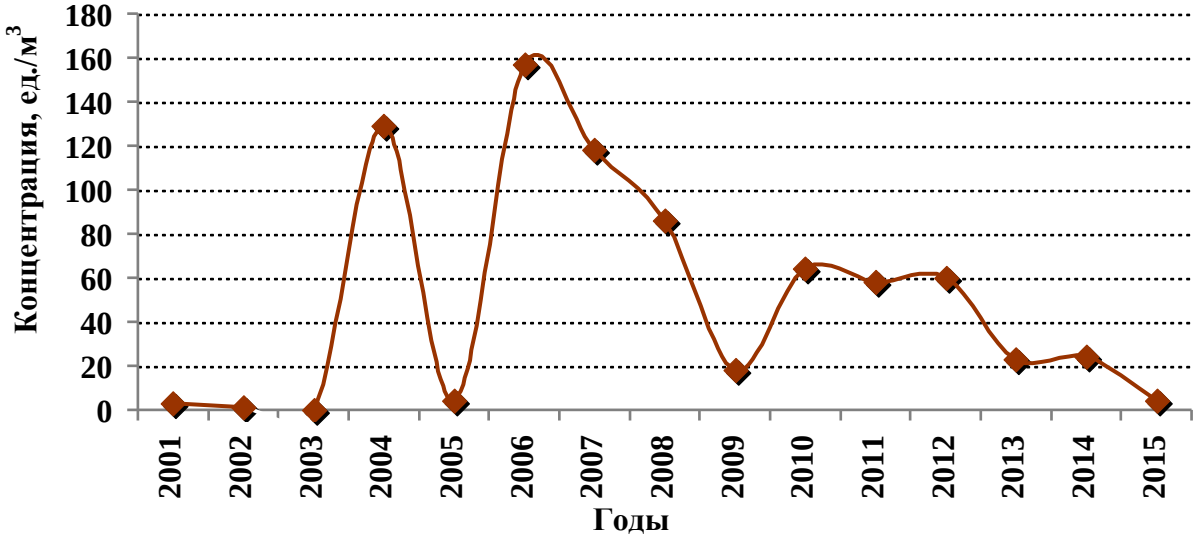
На территории лесопарковых участков Москвы произрастают по меньшей мере 17 видов травянистых аллергенных растений, их распределение в границах города однородно. Наиболее однородное распределение и наименьшая численность из всех проанализированных древесных пород наблюдается у сосны – в среднем около 6 тыс. деревьев на округ. Невысокой численностью характеризуются ольха (при этом разброс ее значений от 110 в ЦАО до 9236 в СВАО), дуб (от 548 в СЗАО до 10568 в САО) и лещина (от 529 в ЦАО до 11629 в СВАО). Наибольшей численности и наибольшего распространения достигают клен (1844815 в городе), береза (564152) и липа (617075).

Больше всего особей аллергенных пород деревьев в Юго-западном административном

округе (659997 деревьев), что составляет 18% всех деревьев-аллергенов города. Наименьшее число в Северо-западном округе с 51418 деревьями (1.4%). Для остальных административных округов эти показатели таковы: Северный – 428099 (11.7%), Северо-восточный – 533557 (14.7%), Восточный – 561927 (15.4%), Юго-восточный – 251950 (13.8%), Южный – 398682 (10.9%), Западный – 351792 (9.6%), Центральный – 391659 (10.7%). Общее число деревьев – 3629081.



а)



б)

Рис. 9. Изменение концентрации пыльцы *Ambrosia artemisiifolia* (ед./м^3) в Москве (Календарь ..., 2015).

В Московском регионе пыльца *A. artemisiifolia* отмечается в составе аэропалинологического спектра с 1994 года, но нерегулярно. Число пыльцевых зерен в

некоторые дни может достигать 60-90 единиц в воздухе, что является достаточной величиной, чтобы оказывать влияние на здоровье населения.

На территории Московской области и города Москвы в разные годы находили *A. artemisiifolia* отдельными экземплярами либо популяциями. Все находки были сделаны возле железных дорог. В ряде случаев обнаруженные особи имели вызревшие семена. Однако, учитывая климатические условия региона, а также применение в сельском хозяйстве гербицидов, активное распространение *A. artemisiifolia* в Московском регионе маловероятно.

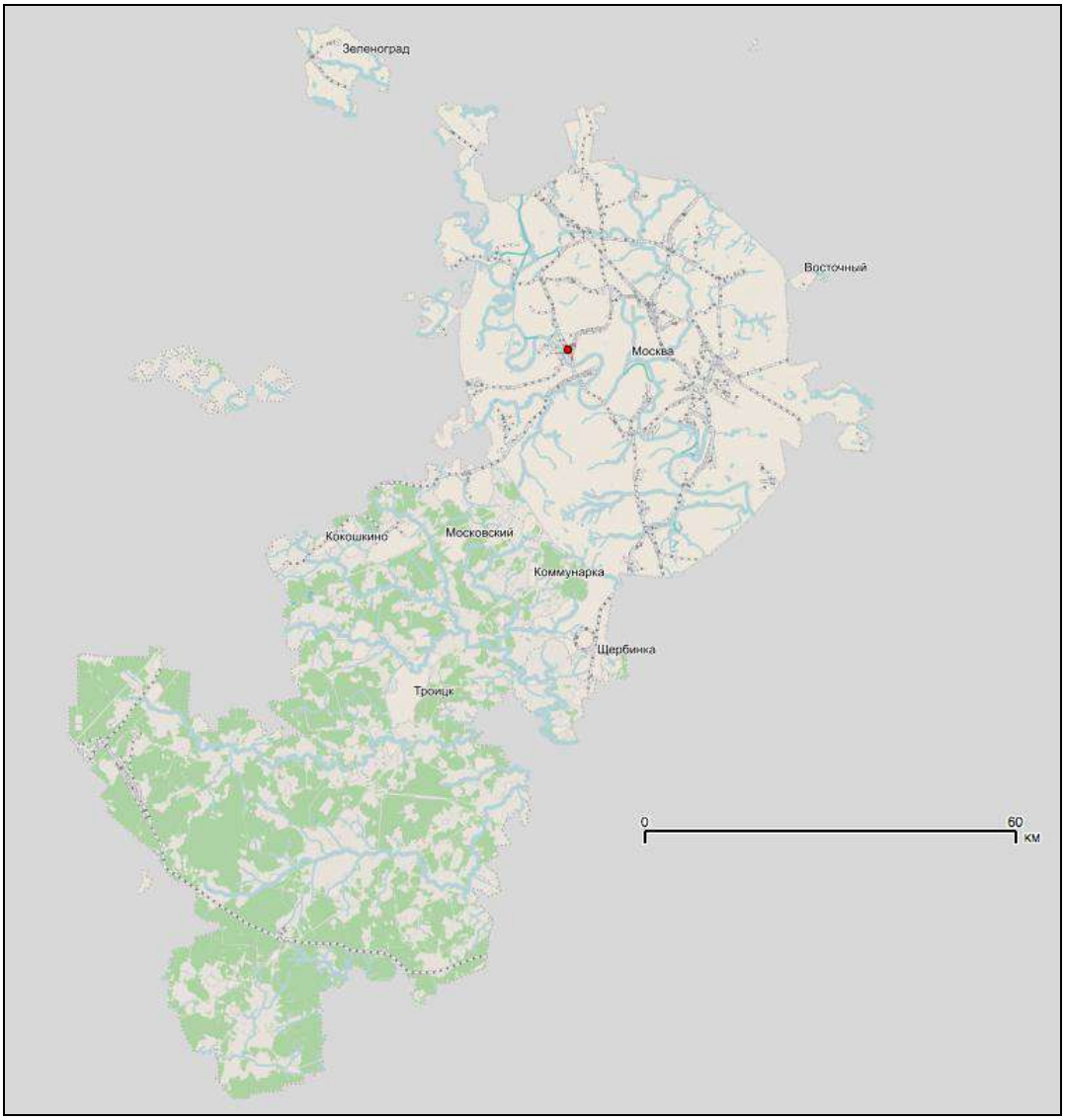


Рис. 10. Находки *Ambrosia artemisiifolia* на территории Москвы (ст. Пресня Малой Окружной железной дороги, где отмечены вызревшие семена, В.Д. Бочкин).

5. Зависимость маршрутов переноса пыльцы аллергенных видов от особенностей розы ветров в городах

Пыльца ветроопыляемых растений является источником возникновения поллиноза. На сегодняшний день известно около 700 видов растений, которые могут провоцировать аллергию. Пыльца данных растений имеет абсолютно небольшие размеры около 10-

50 микрон, что позволяет ей интенсивно и в больших количествах разноситься ветром. Установлено, что пороговый предел, превышающий 10-20 пыльцевых зерен в 1 м^3 воздуха, является неблагоприятным и даже опасным и способствует развитию симптомов поллиноза.

Результаты и их обсуждение. Для построения ареалов распространения пыльцевых зерен аллергенной флоры использовалась методика, применяемая для расчетов распространения загрязняющих веществ от точечных стационарных источников. В данном случае объектом изучения являются парки и бульвары, соответственно, от них будут строиться волны палинации растений.

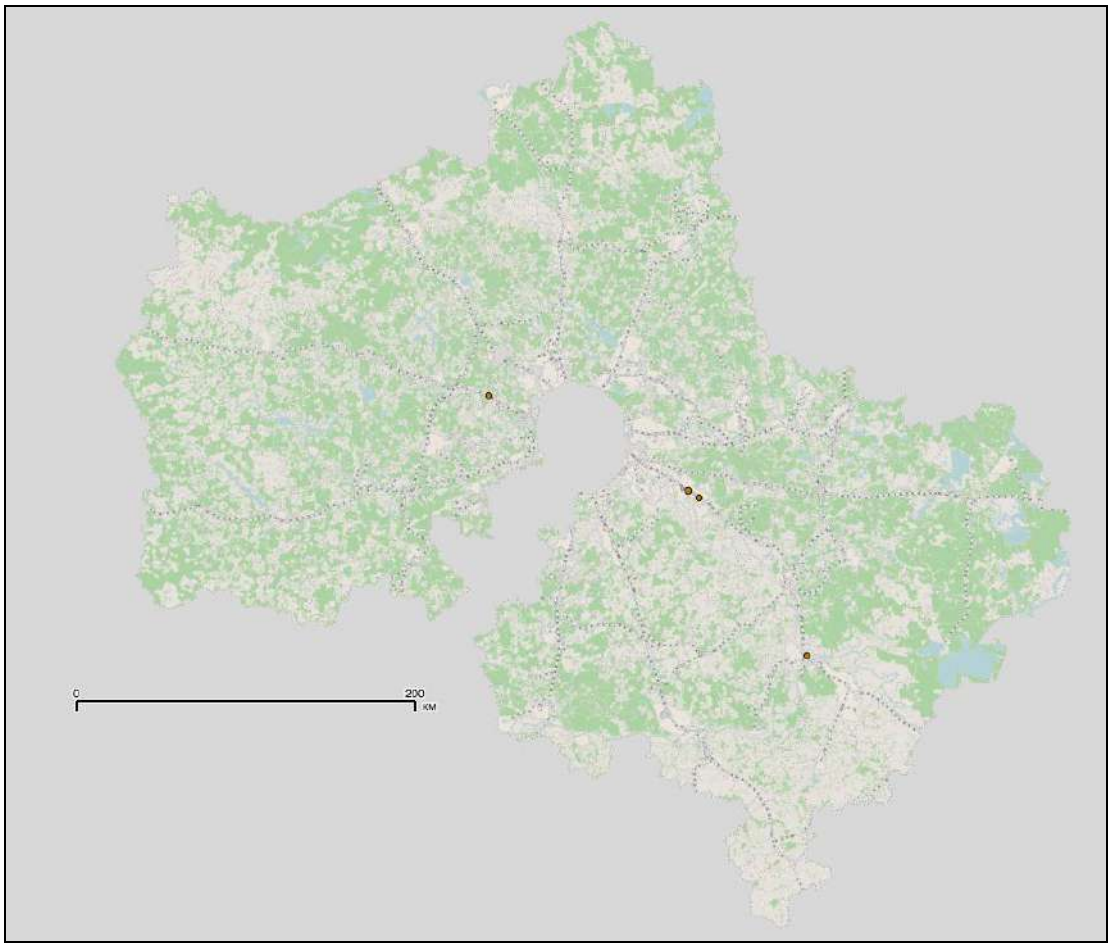


Рис. 11. Находки *Ambrosia artemisiifolia* на территории Московской области (ст. Голутвин, Коломна и Раменский район; ст. Дедовск, 1 экземпляр; ст. Кратово, В.Н. Тихомиров).

В данной работе использовалась методика ОНД1-84 по Тищенко (Инструкция …, 1984). Методика позволяет построить ареалы с учетом розы ветров, принимая во внимание как максимальные значения повторяемости, так и минимальные. Таким образом, взяв за основу данный подход, мы преобразовали формулу расчета, которая выглядит следующим образом:

$$l=L_0P/P_0, \text{ при } P>P_0,$$

где L_0 – величина радиуса в i-ом направлении от исследуемого объекта до крайней границы переноса пыльцевых комплексов без учета поправки на розу ветров (км); P – среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого румба в процентах; P_0 – повторяемость направлений ветров одного румба при круговой розе ветров (например, при восьми румбовой розе ветров); P_0=100/8=12.5%.

Для городов Астана и Алматы была рассчитана повторяемость различных направлений ветра в процентах, расчеты представлены в таблице 4.

Стоит заметить, что для построения ареалов распространения пыльцевых зерен в основу расчета повторяемости различных направлений ветра был выбран весенний период, который приходится на цветение аллергенной флоры.

Последним шагом сбора информации является определение радиуса палинации пыльцевых комплексов аллергенов. Изучение научно-исследовательских работ по особенностям строения и морфологии пыльцы показало, что на дальность распространения пыльцы в большей степени влияет размер пыльцевого зерна. Так, представители хвойной флоры имеют относительно небольшой размер пыльцевого зерна, составляющий около 60 мкм, поэтому дальность полета будет невысока – 800 м. Обратная ситуация представлена для аллергенов мелколиственных пород: размер пыльцы значительно меньше – до 30 мкм, а значит, и радиус распространения будет существенно больше – до 2500 м (например, широко распространенный вид в озеленении города – береза, имеет размер пыльцевого зерна от 20-30 мкм). Значение радиусов относительно размера пыльцы было присвоено по ранее проведенным научно-исследовательским работам в области аэропалинологии пыльцевых комплексов Федоровой (Статистика …, 2015).

Таблица 4. Повторяемость различных направлений ветра в процентах.

Астана													
Направление	**январь**	**февраль**	**март**	**апрель**	**май**	**июнь**	**июль**	**август**	**сентябрь**	**октябрь**	**ноябрь**	**декабрь**	**год**
С	2	3	4	7	9	12	15	13	8	4	4	2	7
СВ	9	14	14	13	12	16	19	17	12	8	9	6	12
В	7	7	11	13	11	15	12	12	10	8	8	5	10
ЮВ	13	13	12	12	11	9	9	11	12	12	12	13	12
Ю	29	25	20	14	15	11	9	11	13	20	22	29	18
ЮЗ	29	26	21	17	17	12	9	11	18	24	26	30	20
З	9	10	14	17	16	15	15	15	18	18	15	12	15
СЗ	2	2	7	7	9	10	12	10	9	6	4	3	6
Штиль	7	6	4	6	5	6	7	8	8	6	4	5	6
Алматы													
Направление	**январь**	**февраль**	**март**	**апрель**	**май**	**июнь**	**июль**	**август**	**сентябрь**	**октябрь**	**ноябрь**	**декабрь**	**год**
С	26	28	25	20	17	15	15	17	17	19	22	25	20
СВ	9	10	10	9	8	9	8	9	10	9	9	9	9
В	6	7	8	10	11	10	10	9	10	9	9	9	9
ЮВ	13	10	13	15	19	21	22	21	22	21	15	12	17
Ю	18	16	15	19	20	23	23	23	22	20	20	16	20
ЮЗ	11	10	11	10	10	9	10	8	7	8	10	12	9
З	10	10	10	10	9	8	7	8	6	8	9	9	9
СЗ	7	9	8	7	6	5	5	5	6	6	6	8	7
Штиль	35	32	26	20	18	20	17	18	22	30	34	39	26

Поскольку видовой состав парков и бульваров городов Астаны и Алматы содержит в себе много разнообразных видов, было принято решение разделить все виды аллергенов на группы: от хвойную, мелколиственную и широколиственную растительность – и присвоить каждой группе радиусы возможного распространения (табл. 5).

Следующим этапом работы является применение метода дистанционного зондирования. Для этого были использованы снимки высокого разрешения, скачанные с помощью SAS.Planet (Веб-картография и навигация, 2015) для территории городов Астаны и Алматы, а для визуализации исследуемых объектов (парков и бульваров) были применены следующие программы: GoogleEarth, Яндекс карты, 2Gis. Помимо этого были задействованы отчетные материалы по градостроительству и озеленению, откуда стало известно, что в Астане на сегодняшний день имеется 9 парков и 13 бульваров, а для Алматы количество парков составляет порядка 20. Рассматриваемые объекты оборудованы пешеходными дорожками, скамейками, а также разнообразными спортивно-развлекательными сооружениями, что стимулирует жителей городов чаще проводить свободное время в пределах парков.

Таблица 5. Размеры пыльцевых зерен и радиусы распространения аллергенных растений (составлено по данным В.В.Головко (2004)).

Род	Размер пыльцы, мкм	Радиус полета, м
Группа широколиственных пород		
Acer (Клены)	>35	2500
Tilia (Липы)	30-40	2500
Ulmus (Вязы)	35-40	2500
Группа мелколиственных пород		
Betula (Березы)	20-30	1500
Populus (Тополя)	25-34	1500
Salix (Ивы)	25-34	1500
Группа хвойных пород		
Pinus (Сосны)	45-65	800
Picea (Ели)	70-90	800

Данные о зеленых насаждениях легли в основу карты объектов распространения пыльцы.

Стоит отметить, что методика построения ареалов ОНД1-84 предназначена для точечных стационарных источников, поэтому для наших исследуемых объектов площадного характера в программе ArcGIS были проведены дополнительные расчеты и создан буфер, который позволяет строить радиус распространения от площадного объекта.

Разработанный подход для изучения распространения аллергенной пыльцы учитывает как особенности пыльцевого зерна того или иного вида аллергена (размер, дальность распространения), так и метеорологические показатели (повторяемость ветра).

Результатом исследования являются карты распространения аллергенной пыльцы в пределах городов Астана и Алматы (рис. 12, 13).

Парки Астаны в основном концентрируются в центральной части города. Из рисунка 1 видно, что в период цветения древесной растительности распространение пыльцевых комплексов покрывает практически всю территорию столицы с преобладанием южного и юго-западного направлений. Максимальная концентрация пыльцы приурочена к центральным районам, где находятся главные зоны отдыха (парки, бульвары). Аллергенная пыльца хвойной флоры распространяется на расстояние 800 м и занимает относительно

небольшой ареал, чего нельзя сказать о пыльцевых зернах мелколиственных пород, способных переноситься на дальние расстояния (2500 м), создавая условия контакта с аллергиком вне зон парка.

Парки Алматы равномерно распределены по территории города, однако наибольшая часть зеленых насаждений приурочена все-таки к юго-восточной части. Преобладание здесь зеленого каркаса объясняется наличием предгорного пояса в Медеуском и Бостандыкском районах города.

В ходе изучения карты распространения аллергенной пыльцы хвойных растений в пределах Алматы стало видно, что наибольшая концентрация приурочена к южной и юго-восточной части города. Данные ареалы расположены на разных расстояниях друг от друга и тем самым создают пространство, ограниченное от аллергенной пыльцы. Пыльцевые комплексы широколиственных и мелколиственных пород аллергенной флоры, напротив, создают единую структуру ареала. Особенно это характерно для представителей мелколиственных пород, которые в период цветения заполняют большую часть территории города.

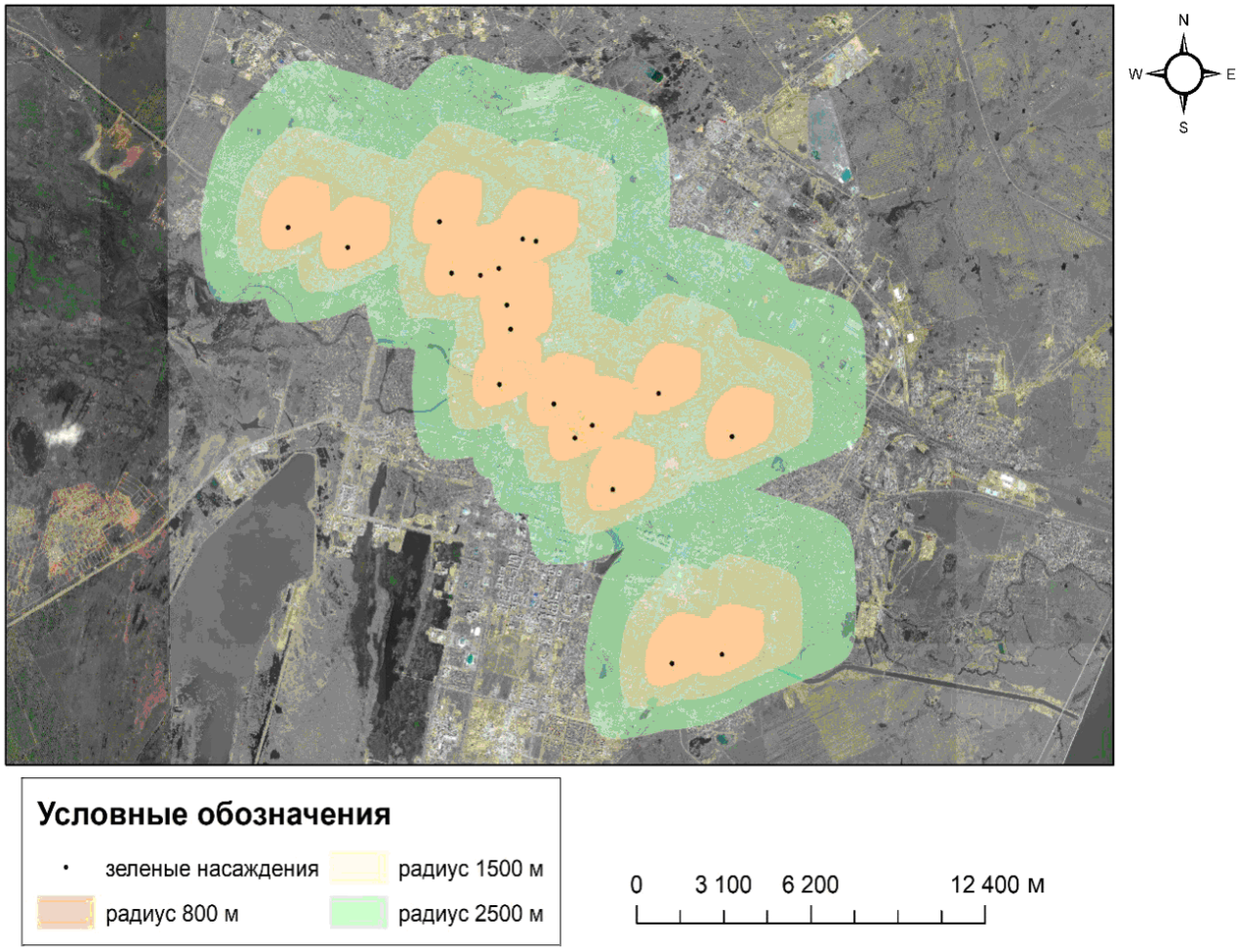


Рис. 12. Карта распространенности пыльцевых комплексов аллергенных видов растений в пределах города Астана.

Выводы к разделу 5

Анализ основных направлений распространения пыльцы растительного происхождения в пределах городов Астана и Алматы показал, что для городского населения, страдающего

сезонными симптомами пыльцевой аллергии, проживание в пределах парковых зон, бульваров и скверов является неблагоприятным и опасным.

Решать данную проблему необходимо на стадии проектирования зон отдыха в пределах города, а именно – при озеленении парков и бульваров использовать менее аллергенные растительные комплексы с коротким периодом палинации. Такой альтернативой могут быть представители хвойной растительности, пыльцевые зерна которых не способны распространяться на дальние расстояния по причине своего размера и, благодаря своим морфологическим особенностям, лишь в некоторых случаях могут вызывать реакцию организма на аллерген.

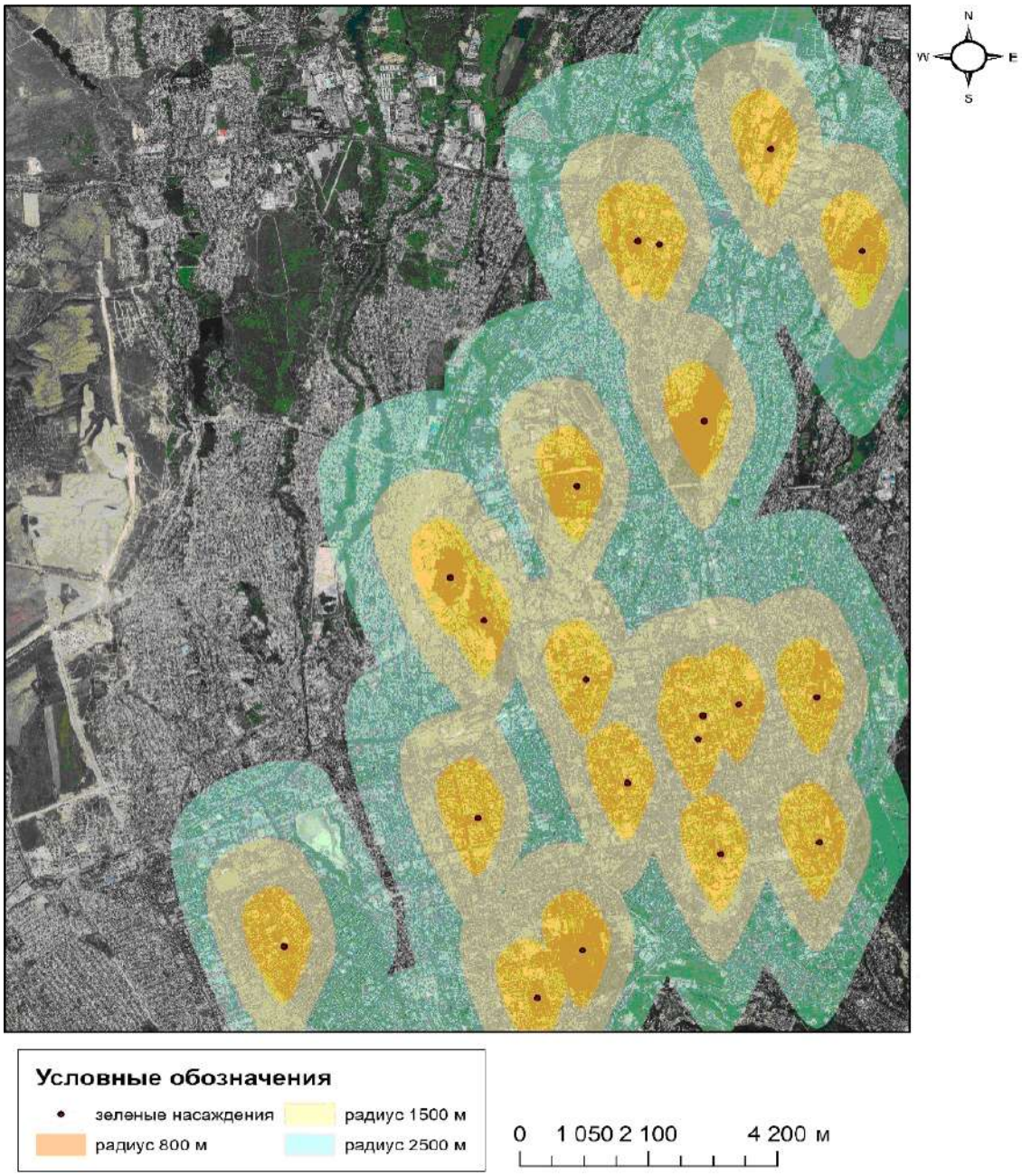


Рис. 13. Карта распространенности пыльцевых комплексов аллергенных видов растений в пределах города Алматы. **Fig. 13.** Map of allergenic species pollen complexes distribution in Almaty.

Мелколиственные породы представляют большую угрозу для больных поллинозом, поэтому не стоит размещать их в центральных парках города. Данные аллергены возможно высаживать по периферии города в хорошо проветриваемой местности, чтобы концентрация пыльцы рассеивалась за городские пределы.

6. Оценка морфологического строения пыльцевых зерен и его роль в формировании аллергенных реакций

Пыльцевые зерна, попадая в организм человека, могут вызывать формирование патологического процесса по типу аллергического воспаления. Под термином «аллергия» понимают преувеличенный ответ организма на различные вещества – аллергены, которые в норме у людей не вызывают никакой реакции. В качестве аллергена обычно выступают вещества белковой природы, несущие чужеродную генетическую информацию и способные вызывать иммунный ответ (сенсибилизацию) с образованием иммуноглобулинов класса Е. При повторных контактах с аллергеном у сенсибилизированных лиц развиваются аллергические реакции.

Результаты и их обсуждение. Пыльцевое зерно содержит от 3 до 17 различных водорастворимых белков или гликопротеинов (антигенов) с молекулярной массой от 10 до 70 кДа, они сосредоточены главным образом в спородерме, электронно-плотных участках цитоплазмы (митохондриях, рибосомах), а также вблизи крахмальных гранул. Пыльцевые антигены обладают ферментативной активностью, которая влияет на превращение аллергена в организме и повышает его аллергенный потенциал. Таким образом, сами аллергенные молекулы обладают дополнительной физиологической и биохимической активностью, что может приводить к образованию специфических антител.

По способности вызывать иммунный ответ аллергены классифицируют на главные (мажорные, основные), малые (минорные) и промежуточные.

Мажорные аллергены – доминантные антигенные детерминанты, содержащиеся в большом количестве, более крупные по размеру и более иммуногенные.

Минорные аллергены меньше по размеру и количеству, обладают меньшей иммуногенностью. Из-за достаточно высокой гомологичности белковых структур возможно проявление значительного иммуногенного сходства, что может послужить причиной перекрестной иммунологической реактивности. Например, главным мажорным аллергеном пыльцы березы с самым большим вкладом в развитие аллергической реакции, является гликопротеин Bet v1 с молекулярной массой 17 кДа, входящий в суперсемейство PR-10 (Superfamily of pathogenesis-related proteins).

Белки PR-10 содержатся в пыльце деревьев (береза, лещина, ольха, дуб) и некоторых продуктах растительного происхождения (морковь, яблоко, персик, арахис, киви, соя, сельдерей). Употребление любого из этих продуктов может вызывать развитие орального аллергического синдрома. Вместе с тем белки PR-группы редко вызывают тяжелые системные реакции, т.к. являются термолабильными и легко разрушаются при термической обработке и под воздействием соляной кислоты.

Считается, что содержание PR-белков больше в растениях, находящихся в стрессовых условиях (например, повышенная влажность, экологическое неблагополучие). Следовательно, можно предположить, что развитию сенсибилизации больше подвержены лица, проживающие в экологически неблагополучных районах. Это подтверждается данными эпидемиологических исследований (Пыльца Club, 2015; Передкова, 2012; Ширяева и др., 2016).

Среди горожан заболеваемость поллинозом выше, чем у сельских жителей. Это обусловлено тем, что ряд факторов, преобладающих в городских районах, влияет на

распространение аллергии. Одним из таких факторов служит загрязнение воздуха, например, смог. Смесь газов, тумана и твердых частиц, образующаяся в атмосфере над мегаполисами, может обострить симптомы астмы или аллергического ринита, вызвав как минимум затруднение дыхания.

Смог – это один из видов загрязнения воздуха, следствие реакции между смесями газов и твердых частиц с солнечным светом. В его состав входят угарный (CO), углекислый (CO_2), сернистый (SO_2), бурый (NO_2) газы, озон (O_3), а также летучие органические вещества и твердые частицы: пыль, песок и пыльца.

Чаще всего главным источником загрязнения считаются легковые автомобили, однако поезда, автобусы, грузовики также способствуют ухудшению качества воздуха. Частично загрязнение возникает вследствие механических (строительство, добыча полезных ископаемых) и химических (сжигание угля, природного газа и нефтепродуктов) процессов. Смог с повышенным содержанием озона очень опасен для людей, страдающих от аллергии дыхательных путей (Кулушева, Малосиева, 2016; Календарь …, 2015).

Еще один аллерген березы Bet v2 (профилин) может вызывать перекрестную реактивность среди неродственных растений: ольха, береза, тополь, оливковое дерево, вяз, платан, дуб, конский каштан, клен. Однако его специфическая активность не превышает 5% и не влияет на структуру заболевания поллинозом.

Клиническая и иммунологическая значимость минорных аллергенов березы Bet v4, Bet v5 и Bet v6 в настоящее время продолжает активно изучаться.

Несмотря на то что в развитии 90% аллергических реакций на пыльцу виновным аллергеном является Bet v1, у некоторых пациентов именно малые аллергены показывают большую активность, чем главные аллергены.

Последние исследования показали, что не только пыльцевые аллергены могут вызывать сенсибилизацию у чувствительных лиц, но и другие непротеиновые субстанции, полученные из пыльцы, например, «липидные медиаторы, ассоциированные с пыльцой» (PALMS) и аденозин могут способствовать перестройке иммунного ответа по типу аллергического (Пыльца Club, 2015).

Выводы к разделу 6

Таким образом, отдельные белки и небелковые субстанции, входящие в состав пыльцы, по-разному влияют на развитие сенсибилизации и клинические проявления заболевания. Люди, не склонные к аллергическим реакциям, даже при длительном контакте с большими количествами пыльцы не приобретают гиперчувствительности к ней. Пациенты с атопической конституцией, отягощенной наследственностью, могут достаточно быстро сенсибилизироваться к пыльце даже при малых ее количествах и при коротком времени экспозиции. Контакт с пыльцевыми аллергенами в течение как минимум двух сезонов у генетически предрасположенных лиц приводит к дебюту поллиноза.

В некоторых случаях пыльцевая аллергия формируется у ранее нечувствительных пациентов под влиянием каких-либо дополнительных провоцирующих факторов: стресс, нерациональное питание, курение, неблагоприятная экологическая обстановка и т.д.

Рекомендации по снижению опасности возникновения поллиноза

Из исследований, которые проводились врачами-аллергологами, известно, что городское население чаще страдает поллинозом, чем сельское. Городские жители с рождения в большей степени подвержены воздействию выхлопных газов, вредным выбросам промышленных предприятий. Слизистые оболочки горожан находятся в состоянии

дистрофического процесса или хронического воспаления. С другой стороны, городские жители имеют меньший контакт с высокоаллергенной пыльцой сорных трав, нежели сельское население. Все это подтверждает тот факт, что при разработке подходов к изучению данной проблематики необходимо детально анализировать и понимать исследуемую местность, а, следовательно, и ее природно-климатические особенности.

Поэтому, чтобы разработать методологию анализа риска для здоровья населения от аллергенов растительного происхождения, на наш взгляд, необходимо выделить следующие блоки проблематики и подойти к работе в рамках этих блоков комплексно: во-первых, должен быть обоснованный научно-исследовательский подход; во-вторых, необходимо сотрудничество организаций по озеленению города с клинико-диагностическими учреждениями; в-третьих, должна быть организована работа информационно-коммуникационной системы.

В результате такой работы проблема будет решаться не только со стороны больного поллинозом, но и со стороны различных ведомственных органов, действия которых помогут снизить риски проявления первых реакций на аллергенные растения для потенциально здорового населения.

Рассмотрим структуру работы каждого из предложенных блоков.

1. Научно-исследовательская работа является неотъемлемой частью изучения проблем возникновения пыльцевой аллергии. Она будет основываться на выявлении закономерностей пространственного, временного и сезонного распространения основных аллергенов растительного происхождения в атмосферном воздухе и на объектах окружающей среды, выявлении приоритетных аллергенов растительного происхождения.

Также основополагающей является разработка алгоритма организации мониторинга аллергенных растений в пределах населенных пунктов.

Логическим завершением этого процесса является разработка рекомендаций по управлению аэропалинологическими рисками. Принятие решений в условиях экологического риска, как правило, включает в себя три основных этапа: оценку, анализ и управление риском. Предполагаемая модель принятия решений включает в себя оценку палинорисков на основе результатов текущего мониторинга и определение степени аллергенности основных таксонов спектра, анализ рисков на базе количественной оценки содержания пыльцы в атмосфере и уровнями заболеваемости поллинозами, а также ряда практических мероприятий, связанных с управлением рисками.

Важной частью исследования будут карты, показывающие преобладающее направление распространения пыльцевых зерен.

2. Градостроительство и озеленение.

В данном блоке основной задачей является сотрудничество организаций по градостроительству и озеленению городов с врачами-аллергологами, которые проведут инструктаж о степени опасности растительности, использующейся при озеленении городских парков, скверов, небольших улочек и магистральных дорог. В результате чего сотрудники градостроительных подразделений, основываясь на научно-исследовательских работах, смогут выбирать менее аллергенные виды с коротким сроком цветения для создания зеленого каркаса города.

Во время массового цветения аллергенная растительность обильно продуцирует пыльцевые зерна, заполняя атмосферу города аллергенном. Такой промежуток времени является крайне неблагоприятным и опасным для аллергика, поэтому снижение концентрации пыльцы до сих пор остается актуальным вопросом. На наш взгляд, решение данной проблемы возможно благодаря тем мерам, которые будут проведены градостроителями и озеленителями городов: во-первых, это ежедневный утренний «фонтанирующий полив» парков, скверов, бульваров. Из научной литературы известно, что

наибольшее количество пыльцевых зерен образуется утром, а предложенная система полива поможет заметно снизить концентрацию пыльцы в воздухе, не давая ей возможности рассеиваться на длительные расстояния; во-вторых, использование «пыльцевых ловушек», например, в виде клейкой ленты, которую можно устанавливать и в центрах отдыха (парки, бульвары), и закреплять на фасадах зданий, благодаря чему концентрация пыльцевых зерен в воздушном бассейне города будет заметно меньше.

3. Работа информационно-коммуникационной системы.

Разработка информационно-коммуникационной системы по пространственному, временному и сезонному распространению основных аллергенов растительного происхождения поможет организовать и поддержать систему информирования об аллергенной обстановке с оценкой риска для здоровья населения в условиях реального времени. Также потребуется подготовка раздаточного материала об угрозе аллергических реакций и рекомендаций по их устранению.

Данные подходы окажут благоприятное воздействие на состояние окружающей среды, просветят жителей того или иного населенного пункта и наладят организацию клинико-диагностических лабораторий. Однако главным остается изменение самосознания населения, т.к. большинство людей не знает, как бороться с первыми симптомами поллиноза, игнорирует походы в аллергические центры и занимается самолечением. Поэтому в данной работе будут представлены основные правила поведения для больного с симптомами пыльцевой аллергии.

Главные правила:

1. С появлением первых признаков поллиноза необходимо обратиться к врачу-аллергологу, а не пытаться лечиться самостоятельно. Своевременная диагностика болезни и адекватно проведенная аллерген-специфическая иммунотерапия позволяют предупредить прогрессирование поллиноза, предотвратить развитие бронхиальной астмы и других сопутствующих болезней. Правильный подход к лечению сохраняет жизненную активность и трудоспособность пациента.

2. Очень важно избегать контакта с пыльцой, к которой появилась повышенная чувствительность. Если нет возможности ежегодно на период цветения аллергенных растений выезжать из города, то желательно меньше бывать в местах, где много этих трав (в поле, на даче).

3. В ясную солнечную погоду, особенно по утрам, когда масса пыльцы поднимается в воздух, лучше ходить по улице в защитных очках, а нос прикрывать влажным носовым платком. В поле, огороде или саду рекомендуется работать в защитной маске. В период цветения растений нужно как можно чаще проводить влажную уборку квартиры, особенно после ее проветривания.

4. Главными мерами являются все средства, направленные на снижение концентрации пыльцы в воздухе. Если луговые травы, растущие на лужайках и газонах, своевременно скашивать, то можно не допустить выделения ими аллергенной пыльцы в воздух. Уничтожение главных и самых опасных источников поллинозов – различных сорняков – хотя бы в черте города значительно снизит концентрацию пыльцы в воздухе и заболеваемость.

5. Важным моментом в профилактике поллинозов является правильное физическое воспитание и закаливание организма. Таким образом, перед путешествием, походом или обычной экскурсией на природу ответственному за мероприятие необходимо выяснить у отдыхающих, кто из них предрасположен к аллергическим заболеваниям, и провести не только с ними, но и со всей группой профилактическую беседу, которая уменьшит риск возникновения поллинозов.

Заключение

Рассмотренные нами подходы к изучению распространения аллергенных растений применяются впервые. В целом, данная проблема еще мало разработана. В дальнейшем авторы надеются продолжить развитие представленных методик и подготовить к публикации серию статей отдельно по каждому методу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агроэкологический атлас России и сопредельных стран. 2005 [Электронный ресурс http://www.agroatlas.ru (дата обращения 06.02.2015)].

Аллергология. 2015. [Электроны ресурс URL: http://www.allergology.ru/ (дата обращения: 25.01.2015)].

Аллергология и иммунология: национальное руководство. 2009 / Ред. Р.М. Хаитов, Н.И. Ильина. М.: ГЭОТАР-Медиа. 650 с.

Балаболкин И.И. 1985. Бронхиальная астма. М.: Медицина. 171 с.

Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). 2003 / Ред. Е.И. Рачковская, Е.А. Волкова, В.Н. Храмцов. СПб: Бостон-Спектр. 423 с.

Веб-картография и навигация. 2015 [Электронный ресурс http://www.sasgis.org (дата обращения: 06.02.2015)].

Головко В.В. 2004. Экологические аспекты аэропалинологии. Аналитический обзор // Сер. Экология. Вып. 73. ГПНТБ. СО РАН. Институт химической кинетики и горения. Новосибирск. 107 с.

Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С, Тихомиров В.Н. 1995. Определитель сосудистых растений центра Европейской России. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Аргус. 398 с.

Дикарева Т.В. 2004. Охрана биоценотического и ботанического разнообразия степей Евразии на территории России // Аридные экосистемы. Т. 10. № 22-23. С. 69-80.

Дикарева Т.В., Румянцев В.Ю. 2015. Картографический анализ распространения растений-аллергенов в России // Вестник Московского университета. Серия 5: География. № 6. С. 34-40.

Инструкция о порядке рассмотрении, согласования и экспертизы воздухоохранных мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям ОНД 1-84ю. 1984. Госкомгидромет. М. 25 с.

Календарь пыления. 2015 [Электронный ресурс http://www.kestine.ru (дата обращения 16.02.2015)].

Кулушева А.Б., Малосиева В.М. 2016. Пыльцевая аллергия и атмосферный воздух: взаимосвязь и перспективы // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. Т. 6. № 5. С. 437.

Майоров С.Р., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербаков А.В. 2012. Адвентивная флора Москвы и Московской области. М.: Товарищество научных изданий КМК. 412 с.

Марьюшкина В.Я. 1986. Амброзия полыннолистная и основы биологической борьбы с ней Киев: Наукова думка. 119 с.

Октябрёва Н.Б., Тихомиров В.Н., Варлыгина Т.И., Киселёва К.В., Куликова Г.Г., Новиков В.С. 1978. Кадастр ботанических объектов, нуждающихся в охране на территории Московской области. 420 с.

Передкова Е.В. 2012. Поллиноз: проблема актуальна и сегодня // Пульмонология и оториноларингология. № 3. С. 18-25.

Перечень вредителей растений, возбудителей болезней растений, растений (сорняков), имеющих карантинное значение для Российской Федерации. 2003. М: Министерство

сельского хозяйства Российской федерации. 5 с.

Порядок оказания медицинской помощи больным с аллергическими заболеваниями и болезнями, ассоциированными с иммунодефицитами. Приложение к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 60н2 от 4 февраля 2010 г. [Электронный ресурс http://www.1nep.ru/pro/legislation/126763 (дата обращения 11.01.2015)].

Приказ Минсельхоза РФ от 15.12.14 г. № 501 «Об утверждении перечня карантинных объектов». 2014 [Электронный ресурс http://www.legalacts.ru (дата обращения 25.02.2015)].

Пыльца Club. 2015 [Электронный ресурс https://pollen.club (дата обращения : 26.02.2015)].

Романюк Л.И. 2010. Поллиноз и перекрестная пищевая реактивность. Вопросы диагностики, лечения, профилактики // Здоров'я України. № 1. С. 46-48.

Румянцев В.Ю., Даниленко А.К. 1998. Информационная система «Население наземных позвоночных России» // Проблемы экоинформатики: Материалы III международного симпозиума. М. С. 126-129.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока. 1996. В 8 томах / Ред. С.С. Харкевич. СПб.: Наука. Т. 6. 428 с.

Статистика заболеваемости населения по регионам. 2015 [Электронный ресурс http://stat.gov.kz (дата обращения 16.02.2015)].

Сырбаева К.Ж. 2014. Заболеваемость бронхиальной астмой у детей в РК // Медицина. № 3. 75-77 с.

Флора Москвы. 2007 / Ред. В.С. Новиков. М.: Голден-Би. 512 с.

Флора Сибири. 1987-2003. В 14 томах. Новосибирск: Наука. Т. 13. 1997. 472 с.

Чучалин А.Г. 1985. Бронхиальная астма. М.: Медицина. 160 с.

Ширяева Д.М., Минаева Н.В., Новоселова Л.В. 2016. Экологические аспекты поллинозов. Обзор литературы // Экология человека. № 12. С. 3-7.

Экологический атлас Москвы. 2000. М.: АБФ/ABF. 96 с.

Bassett I.J., Crompton C.W. 1975. The biology of Canadian Weeds. Vol. 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC // Canadian Journal of Plant Science. No. 55. P. 463-476.

Bullock J., Chapman D., Schaffer S., Roy D., Girardello M., Haynes T., Beal S., Wheeler B., Dickie I., Phang Z., Tinch R., Civic K., Delbaere B., Jones-Walters L., Hilbert A., Schrauwen A., Prank M., Sofiev M., Niemelä S., Räisänen P., Lees B., Skinner M., Finch S., Brough C. 2012. Assessing and controlling the spread and the effects of common ragweed in Europe (ENV.B2/ETU/2010/0037). European Commission, Final Report. 456 p.

Dikareva T.V., Rumiantsev V.Yu. Distribution of Allergenic Plants in Russia. 2015 // Geography, Environment, Sustainability. Vol. 08. No. 4. P. 18-25.

Dahl A., Strandhede S.-O., Wihl J.-A. 1999. Ragweed – An allergy risk in Sweden // Aerobiologia. No. 15. P. 293-297.

Essl F., Dullinger S., Kleinbauer I. 2009. Changes in the spatio-temporal patterns and habitat preferences of *Ambrosia artemisiifolia* during its invasion in Austria // Preslia. No. 81. P. 119-133.

Esch R.E., Hartsell C.J., Crenshaw R., Jacobson R.S. 2001. Common allergenic pollens, Fungi, Animals and Arthropods // Clinical Review in Allergy and Immunology. Vol. 21. P. 261-292.

Fumanal B., Chauvel B., Bretagnolle F. 2007. Estimation of pollen and seed production of common ragweed in France // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. No. 14. P. 233-236.

Leiblein-Wild M.C., Kaviani R., Tackenberg O. 2014. Germination and seedling frost tolerance differ between the native and invasive range in common ragweed // Oecologia. No. 174. P. 739-750.

Martin M.D., Chamecki M., Brush G.S. 2010. Anthesis synchronization and floral morphology determine diurnal patterns of ragweed pollen dispersal // Agriculture, Forest and Meteorology. No. 150. P. 1307-1317.

May J.R., Smith P.H. 2008. Allergic Rhinitis // Pharmacotherapy: A Pathophysiologic Approach (7th ed.). NY.: McGraw-Hill. P. 1565-1575.

Tree and Plant Allergy Info for Research – Allergen and Botanic Reference Library. 2015 [Электронный ресурс http://www.pollenlibrary.com (дата обращения 01.02.2015)].

Rondón C., Blanca-López N., Aranda A., Herrera R., Rodriguez-Bada J.L., Canto G., Mayorga C., Torres M.J., Campo P., Blanca M. 2011. Local allergic rhinitis: allergen tolerance and immunologic changes after preseasonal immunotherapy with grass pollen // Journal of Allergy and Clinical Immunology. Vol. 127 (4). P. 1069-1071.

Taramarcaz P., Lambelet C., Clot B., Keimer C., Hauser C. 2005. Ragweed (*Ambrosia*) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? // Swiss Medical Weekly. No. 135. P. 538-548.

Vidotto F., Tesio F., Vidotto A.F. 2013. Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process // Crop Protection. No. 54. P. 161-167.

ECOSYSTEMS: ECOLOGY AND DYNAMICS, 2019, Vol. 3, No. 4, Pp. 133-162

DISTRIBUTION AND PROTECTION OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

UDC 910.3; 581.9

DISTRIBUTION OF ALLERGENIC PLANTS ON THE TERRITORY OF RUSSIA AND REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: PROBLEMS OF STUDYING AND SOME RESULTS

© 2019. T.V. Dikareva, V.Yu. Rumyantsev, V.V. Shcherbakova

M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography
Russia, 119992, Moscow, Leninskie Gory, 1
E-mail: tvdikareva@yandex.ru, vyurum@biogeo.ru, viktoriya.sherbakova.95@mail.ru

Received November 05, 2019. Revised November 10, 2019. Accepted November 11, 2019.

Allergenic diseases became very widespread during the last decades in industrialized countries. One of the main causes of allergy is plants pollen. Pollinosis is the disease of every fourth person of the Earth. In this paper we present some approaches to the studying of allergenic plants distribution on the territory of Russia and Kazakhstan. The following methods were applied to the analysis of allergenic plants distribution:

- Cartographic analysis of allergenic plants species per administrative unit of the country, calculation of allergenic danger and cartographic analysis of "allergenic index";
- Analysis of "hazard indicator" calculated for the population of each administrative unit;
- Calculation of the routes of pollen flight in accordance with the wind rose in the cities;
- Evaluation of allergenic introduced plants impact on public health;
- Evaluation of morphological composition of pollen and its role in allergenic reaction.

In conclusion we give some recommendations for lowering of danger of allergenic reaction.
Keywords: allergenic plants, pollinosis, allergenic index, cross allergy, maps of distribution.
DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10048

Allergenic diseases became very widespread during the last decades in industrialized countries. One of the main causes of allergy is plants pollen. Pollinosis is the disease of every fourth person of the Earth. The symptoms of pollinosis manifest themselves when concentration of pollen in the air reaches the threshold values. The dangerous limit is about 10-20 pollen grains per 1 m^3 of air. Pollinosis manifests itself as allergic rhinitis and conjunctivitis, thus causing running nose, cough, sore throat as well as tears, itching and redness of the eyelids. Allergenic reaction may cause bronchospasm and bronchial asthma attack. Maximum pollen concentration in the air is observed during warm sunny weather, while rain and draught slow down the ripening of pollen, so allergic persons feel better during such weather.

More than 700 allergenic plant species are known to date. They are divided into 3 groups in medical literature: trees, cereals and weeds. All those plants bloom during different seasons, so the exacerbation of the disease falls into two periods: spring-summer (from the early April to the middle of June for trees) and summer (June-July for cereals, and from late June to the late August for weed grass). Usually an allergenic person reacts to the blooming of two-three plants only; that is why the seasonal exacerbation of the disease lasts for about month.

In Russian medical literature the principal attention is paid to various aspects of pollen impact on human health. There are calendars of allergenic plants blooming (Pollen Calendar, 2015), but the geographical distribution of these plants has not been analyzed yet.

Foreign allergology gives a lot of attention to this aspect from the end of the XX century (May et al., 2008; Rondón et al., 2011). PollenLibrary (2015) is a website, specifically designed for USA to allow everyone to check the blooming and danger of each of 300 allergenic species in every state

and city of the USA. The Russian specialists have started their own researches on this subject, using the materials, specific for Russia (Dikareva, Rumyantsev, 2015).

In this paper we present some approaches to the studying of allergenic plants distribution on the territory of Russia and Kazakhstan. It is a short survey of various methods and approaches to this problem.

Materials and Methods

There is no generally recognized list of allergenic plants in Russia. The guidelines for allergologists (Allergology …, 2009; Method of Health Care …, 2010) list only the most dangerous species and groups of species (mostly, just the plant families). While selecting the allergenic plant species, we used the mentioned sources, internet sources (Allergology, 2015; PollenLibrary, 2015) and some other ones (Esch et al., 2001).

The following methods were applied to the analysis of allergenic plants distribution:

- Cartographic analysis of allergenic plants species per administrative unit of the country, calculation of allergenic danger and cartographic analysis of "allergenic index";
- Analysis of "hazard indicator" calculated for the population of each administrative unit;
- Calculation of the routes of pollen flight in accordance with the wind rose in the cities;
- Evaluation of allergenic introduced plants impact on public health;
- Evaluation of morphological composition of pollen and its role in allergenic reaction.

All the approaches we present in this paper.

Cartographic Analysis of Allergenic Plants Species per Administrative Unit of Russia

We selected 119 species for our analysis. It was a hard task as there is no generally recognized list of allergenic plants in Russia. We selected the widespread species or those producing the large amount of pollen. They are the most dangerous for allergy sufferers during the flowering period. While selecting from the decorative plants, we included only widespread species which have long gone beyond the artificial landings (for example, *Acer negundo*). The allergenic danger of each species was evaluated according to the three-point scale: dangerous (3), medium (2) and weak (1). The estimation was based on the sources mentioned above and on the literature sources about pollen production of those plants. The selected species were divided into 2 groups: flowering during spring (from April-May to the early June) and during summer (from the middle of June to the early September). The numbers of analyzed species by the categories and flowering periods are shown in the table 1.

Table 1. Distribution of number of analyzed allergenic species in Russia according to the categories and terms of flowering.

Flowering period	Category of Allergenic Danger			Total
	Dangerous (1)	Medium (2)	Weak (3)	
Spring	4	24	18	46
Summer	6	33	34	73
Total	10	57	52	119

We must note that we selected only 4 weak species for the spring period. They are either dominant in their vegetation communities (European and Oriental beeches), or widespread (common juniper). The fourth is swamp cypress; it is rare but often mentioned as an allergenic species in many foreign literature sources. For the summer period we selected 6 weak species,

widespread on the European Russia (ER).

The data on the areas of allergenic species was taken from the plant guide books (Gubanov et al., 1995; Vascular Plants …, 1996; Flora of Siberia, 1987-2003) and database (Agroecological Atlas …, 2015). The distribution of selected species is attached to the subjects of Russian Federation, which is not well accepted in biogeography for showing of various taxonomic units' distribution. But such classification is clearer to the wide range of people, including allergologists and allergic individuals.

The materials were organized as a database and attached to the map in GIS MapInfo. To construct the database we used the methods that had been created to work with the terrestrial vertebrates of Russia (Rumyantsev, Danilenko, 1998). For each subject of Russian Federation we calculated 2 indices: total number of allergenic species in the region and "allergenic index", which is the sum of points of allergenic danger of allergenic species in the region. For our calculations we used Visual FoxPro and Statistika.

GIS MapInfo allowed us to compile a series of maps of allergenic species distribution for the whole territory of Russia (fig. 1-3). These maps show the numbers of species, flowering during spring and summer, and the total number for the whole flowering period from April to September. We also made the maps of total allergenic danger for spring and autumn periods and for the whole flowering period, on the basis of "allergenic index".

Results and Discussion. Analysis of the maps showed the following. The number of species flowering during spring (fig. 1 a) is maximal in the central regions of the European Russia. It decreases to the north, south and east, reaching its minimum in Chukotka Autonomous District and Magadan Region. This fact can be explained by flowering of allergenic deciduous trees and some coniferous trees, which are widespread mostly in the southern regions of forest zone.

Maximum number of allergenic species flowering during summer (fig. 2 a) is in the southern regions: broad-leaved forests, forest steppe, steppe and Ciscaucasia forests. These are Poaceae and Artemisia species, and some weeds, such as quinoa, nettle, plantain and some others; the tree species is *Tilia cordata.* Their numbers are maximal in the broad-leaved forests zone.

The total number of allergenic species for the whole period of flowering (fig. 3 a) is maximal in the central regions of ER, the Kaliningrad Region, Krasnodar Krai, and Crimea. This can be explained by the fact that allergy is studied and registered mostly in the territory of ER and only local species are considered. The second reason is that the variety of allergenic species reflects the total species diversity in communities, which is the greatest in the broad-leaved forests and forest-steppe zone. Allergenic species include weeds as well, which are the product of anthropogenic impact on vegetation, thus, the impact is maximal in the well-developed regions of ER.

The concentration of allergenic species in the central regions of ER can be associated with the following factor as well. The allergy morbidity rate is higher in the regions with the highest air, water and food pollution indices. The high level of pollution stimulates the so-called cross-allergenic response (Romanyuk, 2010), which makes human organism more vulnerable to pollen. Thus, the allergenic species are concentrated in the most industrially developed and therefore the most polluted regions of Russia.

The highest overall allergy danger during spring (fig. 1 b) is detected in the central regions of ER and the Kaliningrad Region. It decreases to the south and east, but is higher (but not much) in the Far East (Primorsky and Khabarovsk Krai, the Amur Region, and the Jewish Autonomous Region). This fact can be explained by the high allergy danger of almost each willow and oak species in the broad-leaved forests of the Far East. The danger is minimal in the Sakha Republic, the Chukotka Autonomous District, the Magadan Region, and Kamchatka Krai, as well as in the Ciscaucasia republics.

Forest-steppe and steppe regions of ER are the most dangerous for allergy sufferers during summer (fig. 2 b): the Kursk, Voronezh, Saratov, Samara, Lipetsk, and Penza Regions, as well as

Stavropol and Krasnodar Krai, Crimea, and the Republic of Adygea. It can be explained by high allergenic danger of most cereal and wormwood species, abundant in the Russian steppes (Dikareva, 2004).

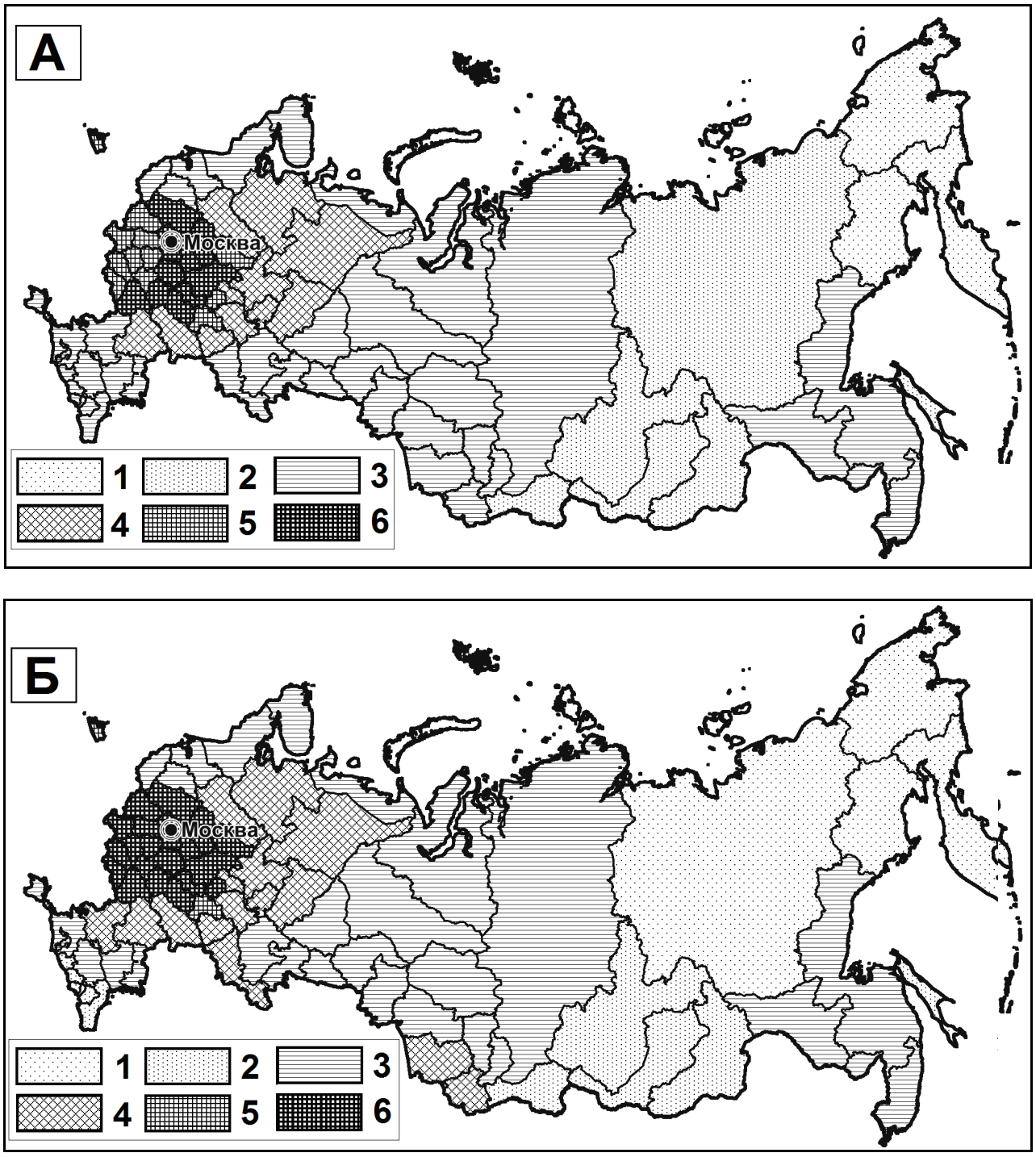


Fig. 1. Distribution of allergenic plant species, flowering during spring. *Notes.* А – number of plant species: 1 – 10 and less (3), 2 – 11-15 (6), 3 – 16-20 (39), 4 – 21-25 (11), 5 – 26-30 (12), 6 – 31 and more (11); Б – representation of summarized "allergenic index": 1 – 30 and less (4), 2 – 31-40 (11), 3 – 41-50 (29), 4 – 51-60 (15), 5 – 61-70 (2), 6 – 71 and more (21); in brackets – number of Russian Federation subjects within the given range.

A relatively high danger is typical for broad-leaved, small-leaved, and mixed forests, mostly because of the cereal species flowering. The minimum danger is typical for the northern and the Far East regions (the Sakha Republic, the Chukotka, Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Districts, the Magadan and Sakhalin Regions, Kamchatka and Khabarovsk Krai during the same period).

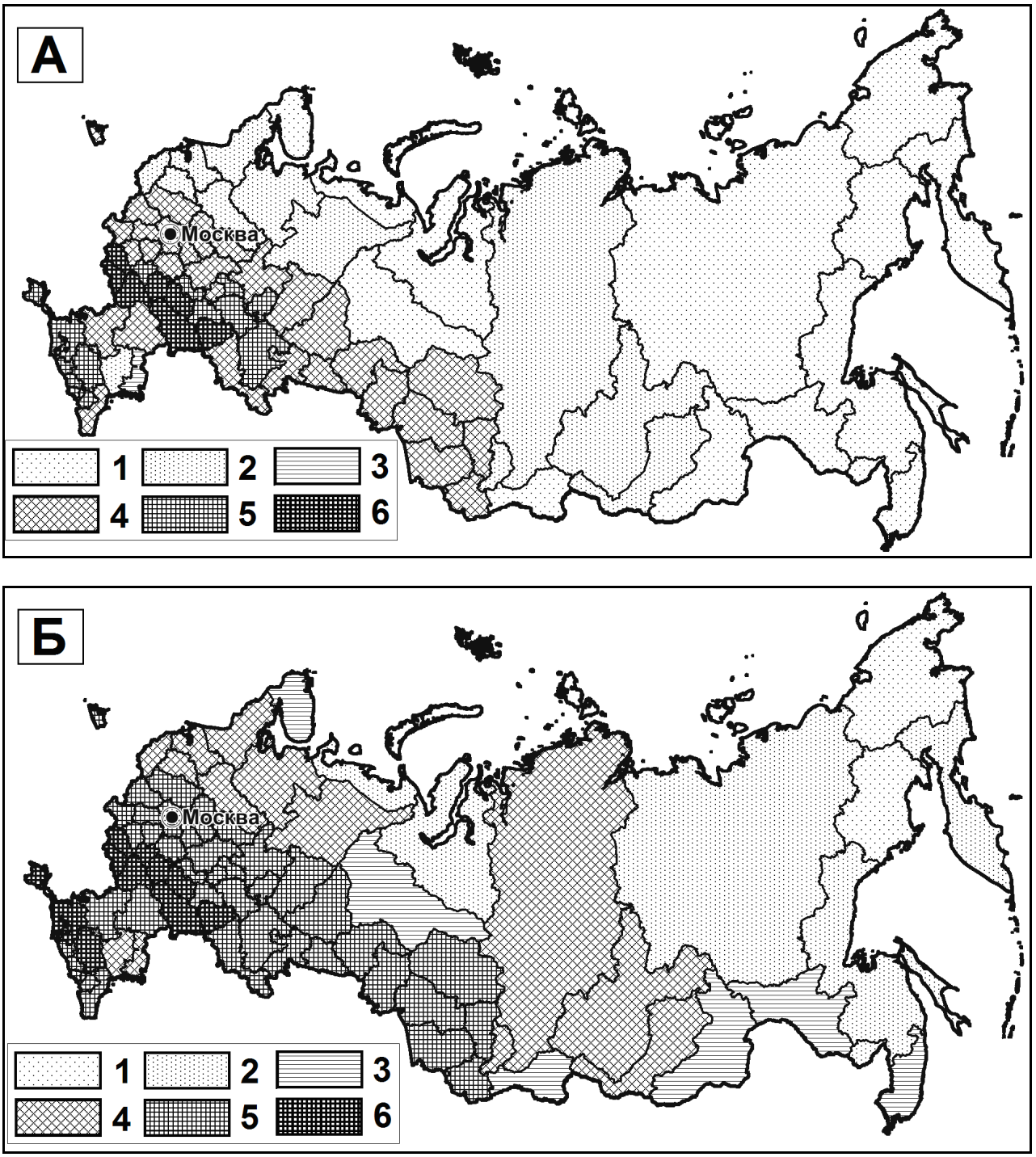


Fig. 2. Distribution of allergenic plant species flowering during summer. *Notes.* А – number of plant species: 1 – 34 and less (15), 2 – 35-39 (12), 3 – 40-44 (1), 4 – 45-49 (31), 5 – 50-54 (16), 6 – 55 and more (7); Б – representation of summarized "allergenic index": 1 – 40 and less (2), 2 – 41-60 (7), 3 – 61-80 (6), 4 – 81-100 (13), 5 – 101-120 (42), 6 – 121 and more (12); in brackets – number of Russian Federation subjects within the given range.

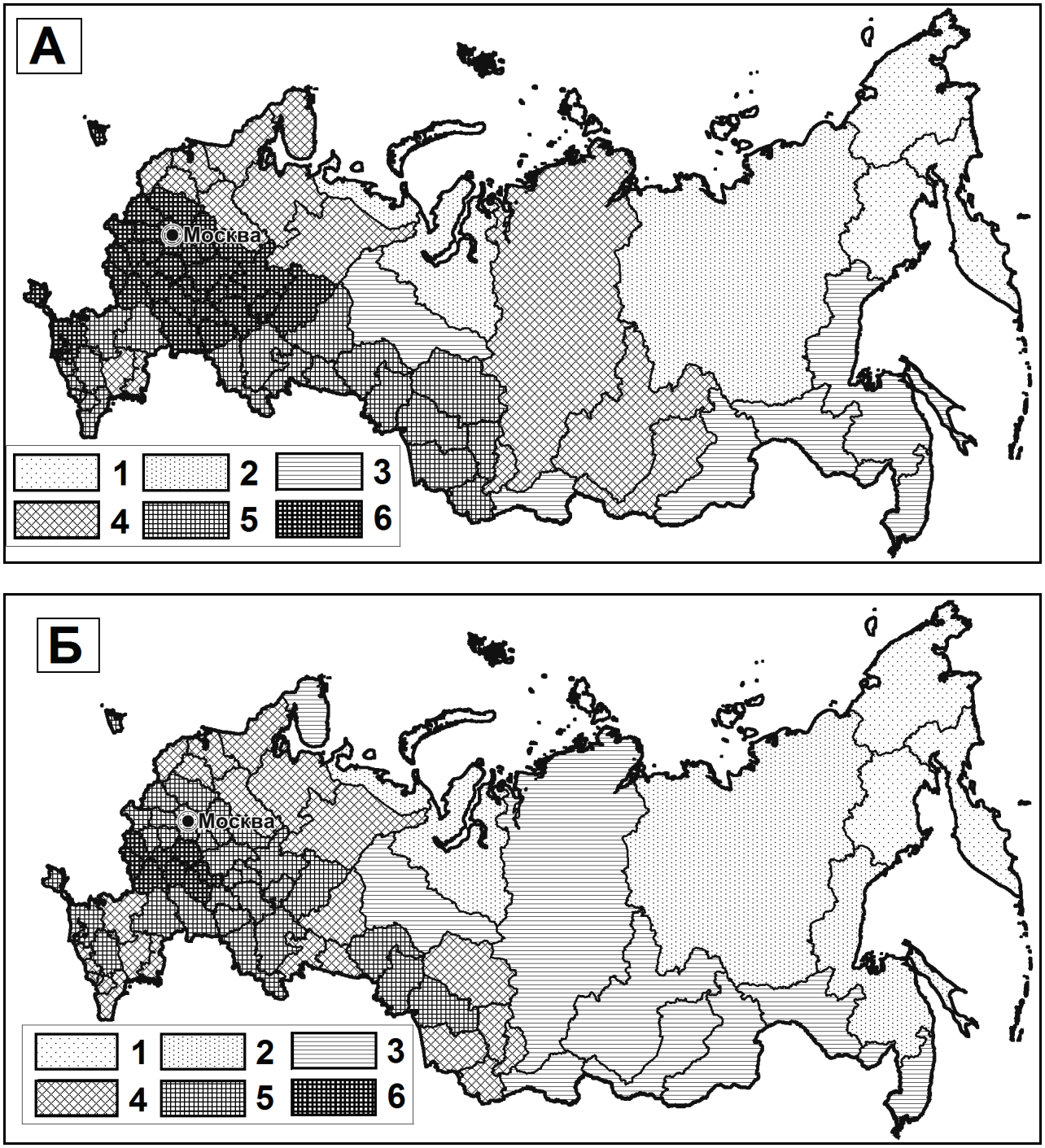


Fig. 3. Distribution of allergenic plant species flowering during the whole vegetation period. *Notes.* А – number of plant species: 1 – 30 and less (3), 2 – 31-40 (3), 3 – 41-50 (8), 4 – 51-60 (14), 5 – 61-70 (21), 6 – 71 and more (33); Б – summarized "allergenic index": 1 – 70 and less (3), 2 – 71-100 (5), 3 – 101-130 (10), 4 – 131-160 (24), 5 – 161-190 (32), 6 – 191 and more (8); in brackets – number of Russian Federation subjects within the given range.

For the whole period of flowering (fig. 3 b), the most dangerous are the Kursk, Belgorod, Voronezh, Ryazan, Lipetsk, Tambov and Penza Regions and the Republic of Mordovia. As it was mentioned above, due to the extensively developed industry these regions have a high level of environment pollution.

Generally, according to the numbers of allergenic species and the "allergenic index," the most dangerous are the Ryazan and Voronezh Regions, while the least dangerous are the Chukotka Autonomous District and the Magadan Region.

Results to the Chapter 1

Thus, our analysis revealed the principal patterns of allergenic plants distribution in Russia.

The most dangerous for allergy sufferers are the regions of Central Russia. During spring it is the Ryazan Region, during summer it is the Voronezh Region, but both are equally dangerous during the entire vegetation period. The least dangerous during spring are Chukotka Autonomous District and the Magadan Region, during summer it is the Magadan Region only, and both are equal for the entire vegetation period.

Further research on the hypothetic connection between pollinosis and environment pollution in the region is necessary. We also plan to compare our results with data on the pollinosis morbidity rate.

The compiled maps may serve as reference material for allergologists and allergy sufferers. In prospect, these maps and the database they were based on may be used for development of an interactive information system.

2. Cartographic Analysis of Allergenic Plants Species per Administrative Unit of Kazakhstan

For cartographic analysis of allergenic species in the Kazakhstan Republic we used the same methods as for the analysis of the Russian species. The only difference was the number of species. The database of allergenic plants includes the widespread species or those which produce the largest amount of pollen, i.e. the most dangerous for allergy sufferers during the flowering period. The allergenic danger of 59 species was evaluated according to the three-point scale: dangerous (3), medium (2) and weak (1). The selected species were divided into 2 groups: flowering during spring (from April-May to the early June) and summer (from the middle of June to the early September; Dikareva, Rumiantsev, 2015). The number of analyzed species by the categories and flowering periods is shown in the table 2.

Table 2. Distribution of number of analyzed allergenic species in the Kazakhstan according to the categories and terms of flowering.

Flowering period	Category of allergenic danger			
	Dangerous (1)	Medium (2)	Weak (3)	Total
Spring	1	13	7	21
Summer	5	15	18	38
Total	6	28	25	59

Thus, the spring period is characterized only by one weak species, which is *Millium effusum*[1] of Poaceae family. It is not very dangerous for allergy sufferers as its distribution is limited: it grows only in the forest belt and subalpine meadows in the Eastern and Southern Kazakhstan. The number of allergenic species grows during summer and includes 3 weak species of Chenopodiaceae family (*Salsola arbuscula*, *Halocnemum strobilaceum* and *Anabasis salsa*), and 2 weak ones of Poaceae family (*Puccinellia dolicholepis* and *Trisetum sibiricum*). Their pollen is slightly allergenic.

The category of medium danger includes 13 species, flowering in spring, and 15 species,

[1] The Latin species are provided by the "Botanical Geography of Kazakhstan and Middle Asia (Deserts Only)" (2003).

flowering in summer. The main flora individuals that flower during spring are of Poacea family (*Stipa hohenackeriana, S. zalesskii, Bromopsis inermis, Poa angustifolia, Helictotrichon pubescens*), and Pinaceae family (*Pinus sylvestris*), while Salicaceae includes only 5 species from *Populus* genus (*Populus alba, P. laurifolia, P. diversifolia, P. nigra, P. tremula*) and one from *Salix* genus (*Salix viminalis*). The summer is characterized mostly by Poacea family (genera *Poa, Stipa* and *Festuca*), and lesser by Chenopodiaceae (*Chenopodium album*) and Urticaceae families (*Urtica dioica*). In total, these species are widespread in all landscapes and can be encountered in every administrative region of Kazakhstan.

The category of dangerous allergenic species is wider during summer than spring due to the flowering of Asteraceae family, which includes maximum number of allergenic species for the territory under concern, about 13 species: *Artemisia austriaca, A. leucodes, A. absinthium, A. transiliense, A. lessingiana, A. vulgaris, A. rutifolia, Ambrosia artemisiifolia* and others; and Chenopodiaceae family (*Halimione verrucifera, Atriplex nitens, A. cana* and others), as well as some species of Poaceae family (*Festuca gigantea, F. kryloviana* and others). All scientific-medical sources note that *Artemisia* genus is very dangerous as they are widespread in all settlements, diverse and their pollen covers big distances, which greatly deteriorates ecology of the regions. The category of dangerous spring plants includes a little amount of species: *Salix* genus (*Salix cinerea, S. trianda*), Poaceae family (*Poa pratense, P. bulbosa, Festuca valesiaca, Alopecurus pratensis*) and Chenopodiaceae family (*Atriplex tatarica*).

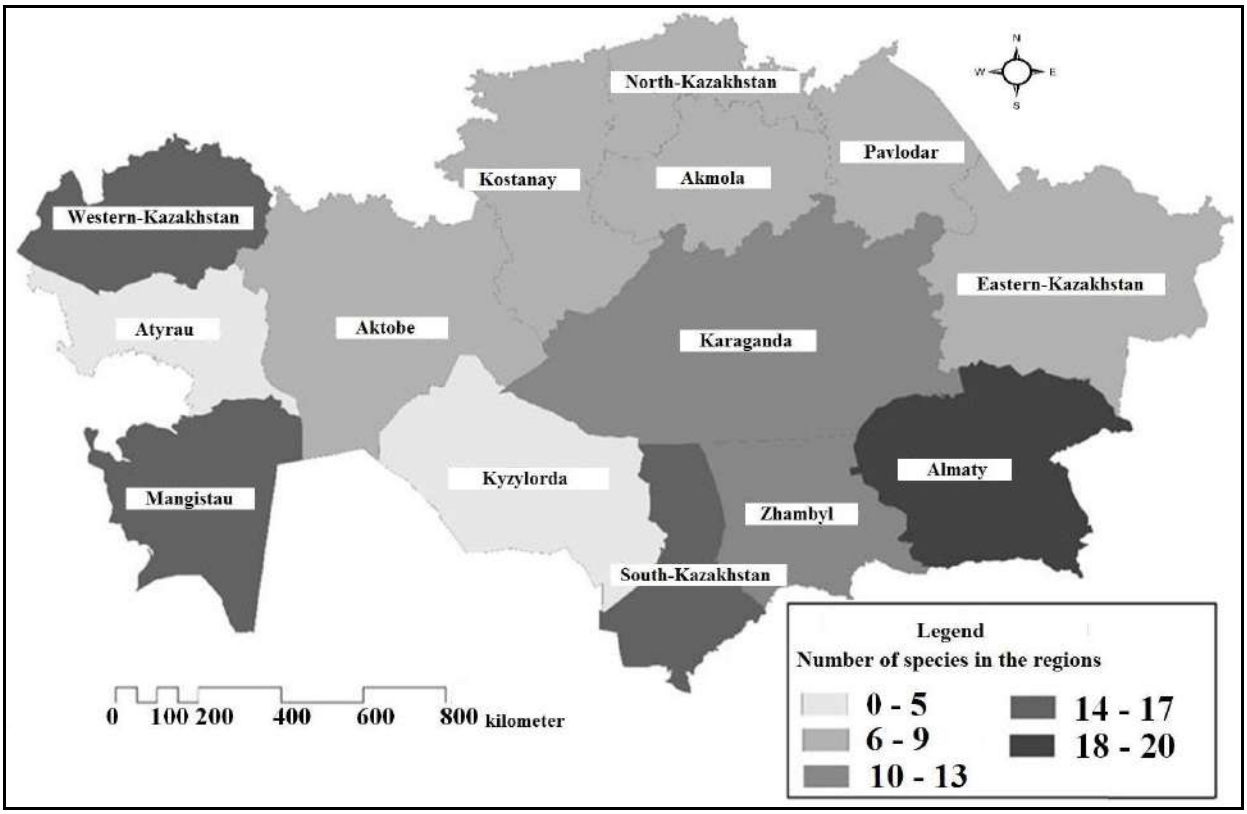
For each subject of the Republic of Kazakhstan we calculated 2 indices: total number of allergenic species in the region and "allergenic index", which is the sum of points of allergenic danger of allergenic species in the region.

GIS MapInfo allowed us to compile a series of maps of allergenic species distribution for the whole territory of Kazakhstan (fig. 4-6). These maps show the numbers of species, flowering during spring and summer, and the total number for the whole flowering period from April to September. We also made the maps of total allergenic danger for spring and autumn periods and for the whole flowering period, on the basis of "allergenic index".

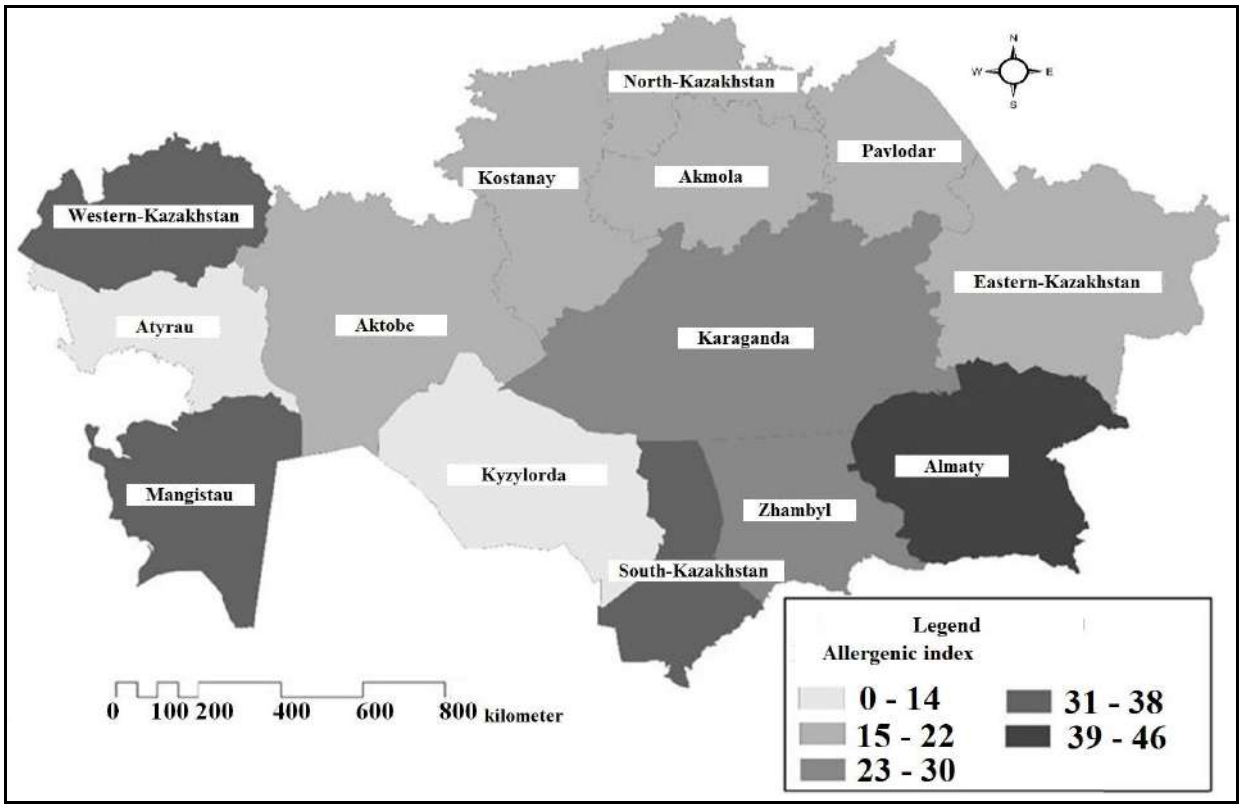
As a result, the maximal number of allergenic species flowering during spring was found in the Eastern-Kazakhstan region: 19 species in total. The Northern regions of Kazakhstan also have big number, varying from 13 to 16 (fig. 4 a). From north to south these numbers become smaller; the minimal ones were registered for Atyrau, Mangistau and Kyzylorda Regions, with only 6 species in each. The predominance of allergenic species in the northern and eastern regions of Kazakhstan can be explained by flowering of deciduous (poplar, willow, aspen) and coniferous (pine) trees.

The total allergenic danger during spring months is higher in the Eastern-Kazakhstan and Kostanay Regions (fig. 4 b). We must mention as well the high number of allergenic species in Akmola, Karaganda, North-Kazakhstan and Pavlodar Regions. It can be explained by the big number of tree species, some of which are allergenic: *Salix cinerea* and *S. triandra*, that grow in the steppe regions of the North-Kazakhstan and Central parts of the country. The danger from allergenic species decreases to the south and south-west. It can be explained be transformation from semi-desert to desert zone, climatic changes, hydrologic and soil conditions. There the salt tolerant allergenic species can be found; they are not very dangerous as allergenic, for example, *Salsola arbuscula*. So, Atyrau, Aktobe and Kyzylorda Regions have the least "allergenic index" and are not dangerous for allergenic persons.

Maximal number (30) of allergenic species flowering during summer was found in Almaty Region, as well as in Aktobe, Karaganda and the Eastern-Kazakhstan Regions, with 24 to 27 species (fig. 5 a). This phenomenon is related to the beginning of plentiful flowering of Poaceae and Chenopodiaceae families and *Artemisia* genus. Minimal number was registered in the western and south-western regions: the Western-Kazakhstan, Atyrau, Mangistau, Kyzylorda and South-Kazakhstan Regions.



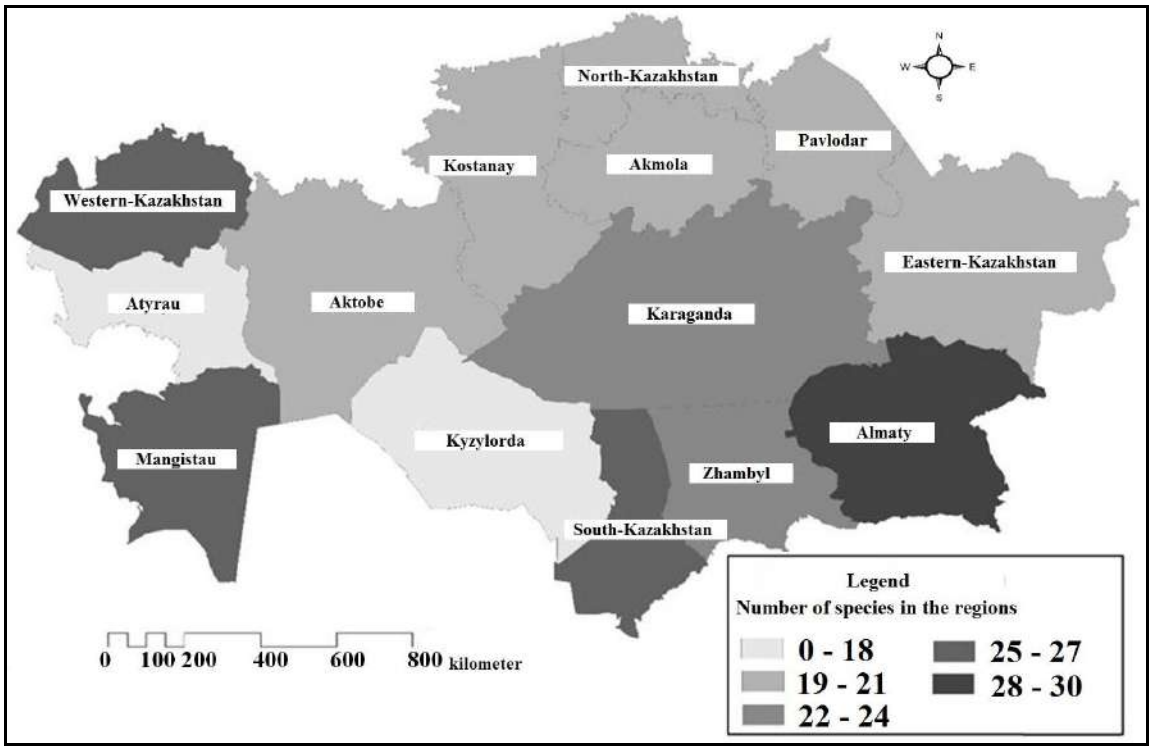
a)



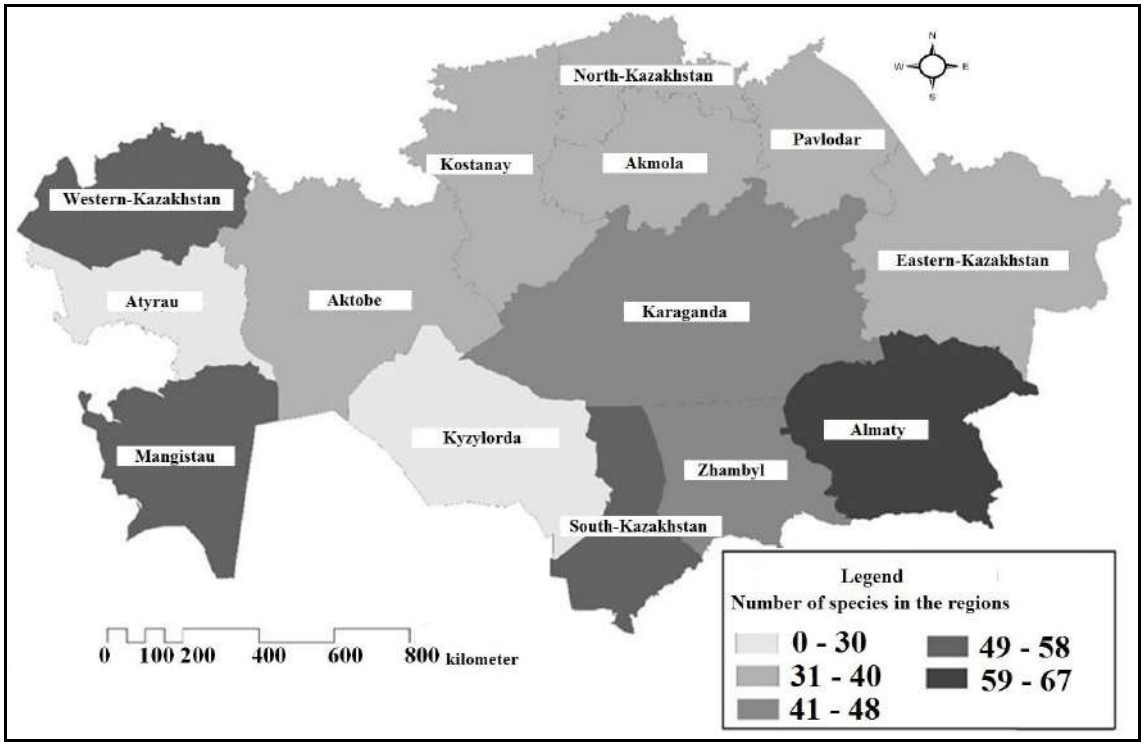
b)

Fig. 4. Schematic map of a) distribution of allergenic plant species, flowering during spring, b) total value of "allergenic index" during spring.

During summer time the most dangerous regions are Eastern-Kazakhstan and Almaty, as well as Zhambyl, Aktobe, Karaganda and Kostanay regions (fig. 5 b). The reason for the high allergenic danger is the wide distribution of sagebrush communities, as well as species from Poaceae and Chenopodiaceae families, and the fact that they flower for a long period, starting from June to the middle of September. The minimal danger is caused by Mangistau Region.



а)



б)

Fig. 5. Schematic map of a) distribution of allergenic plant species, flowering during summer, б) total value of "allergenic index" during summer.

Having analyzed the spring and summer periods separately, we came to a conclusion that maximal concentration of allergenic species during the whole period of flowering is in Eastern-Kazakhstan and Almaty Regions (fig. 6 a). This phenomenon can be explained by altitude belts, which determine the high variety of vegetation types and sharp difference between steppe and desert flora. Big number of allergenic species can be explained by high production potential of the regions. They are highly polluted, and thus the contact of pollen with pollutants is inevitable, with the following deterioration of health and complicated allergenic reactions.

The most dangerous regions during the whole period of flowering are Eastern-Kazakhstan and Almaty, as well as Karaganda and Kostanay (fig. 6 b). The less dangerous are Atyrau, Mangistau and Kyzylorda regions, but this fact is unreliable due to the lack of researches carried out in those regions.

3. Analysis of Allergenic Danger of Administrative Regions of Kazakhstan Republic in Relation to the Number of Population

Increase of allergic diseases and complicated cases of disease's course became the medical-biological problem of high priority. Out of all allergenic diseases of children, the first place belongs to bronchial asthma (Balabolkin, 1985).

The base for allergenic bronchial asthma is formed by the developing vulnerability of human organism to the substances and compounds of exogenous and endogenous origin, with antigenic properties. Impact of allergen on the organism of a human may cause bronchial asthma. By their origin the allergens are divided into 2 types: exogenous, coming from the environment, and endogenous, forming in the human organs and tissues (Balabolkin, 1985). In our case, the environmental allergens and their influence on the human is of the higher interest, especially the impact of allergenic plants on the occurrence of bronchial asthma.

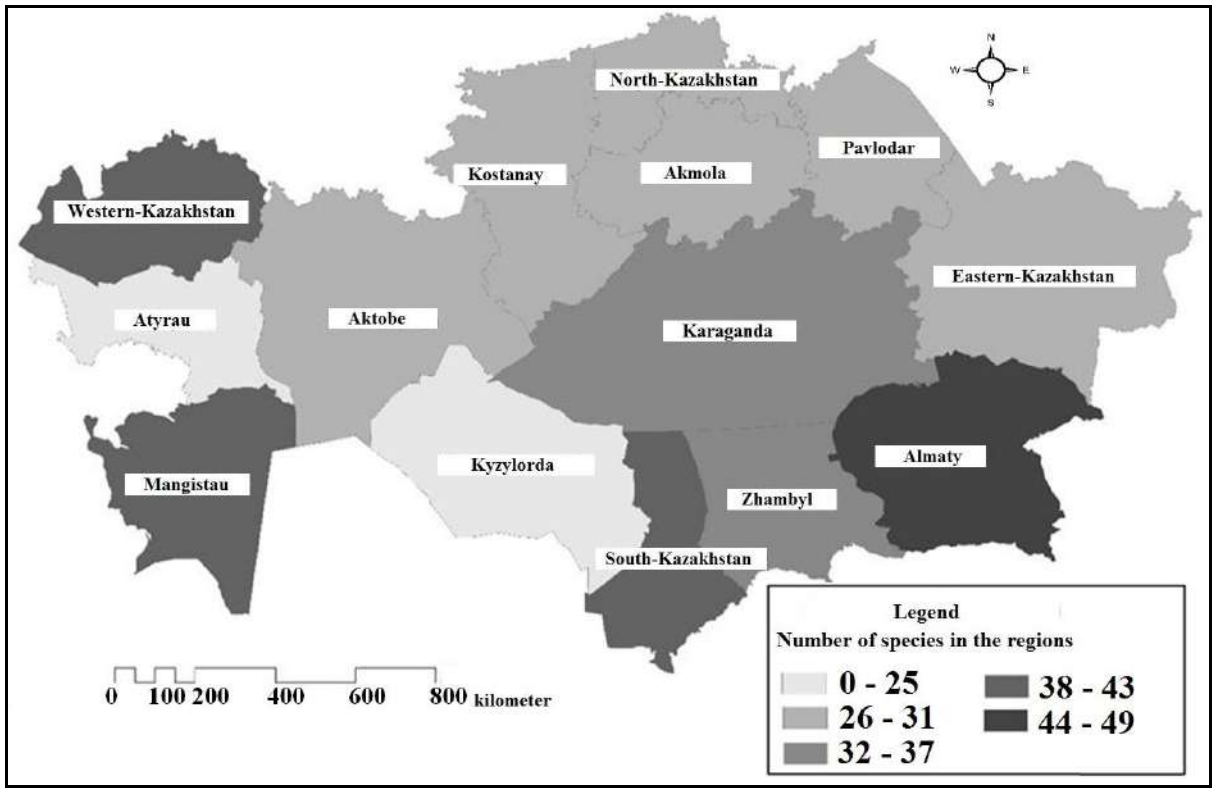
The researches of physicians showed that the greatest amount of allergens, causing bronchial asthma attacks, comes from the air. The principal pathogens are plant pollen, micro fungus, house dust and many other substances of plant or animal origin. Allergens of 3 main groups of plants can also cause bronchial asthma. These are trees and bushes; in our case, it is willow, poplar and pine; plants from Poaceae family (fescue, meadow foxtail, bluegrass, bonfire grass, feather grass, etc.), as well as weeds, such as sagebrush, ragweed, quinoa, nettle and some others (Chuchalin, 1985).

Due to the phenology of allergen flora blooming, we can select several periods of allergy attacks: spring (April-May), caused by tree pollen; summer (June-August), caused by grass pollen; autumn (August-October), caused by weeds pollen. The terms of blooming and range of allergen species may vary depending on the vegetation zone.

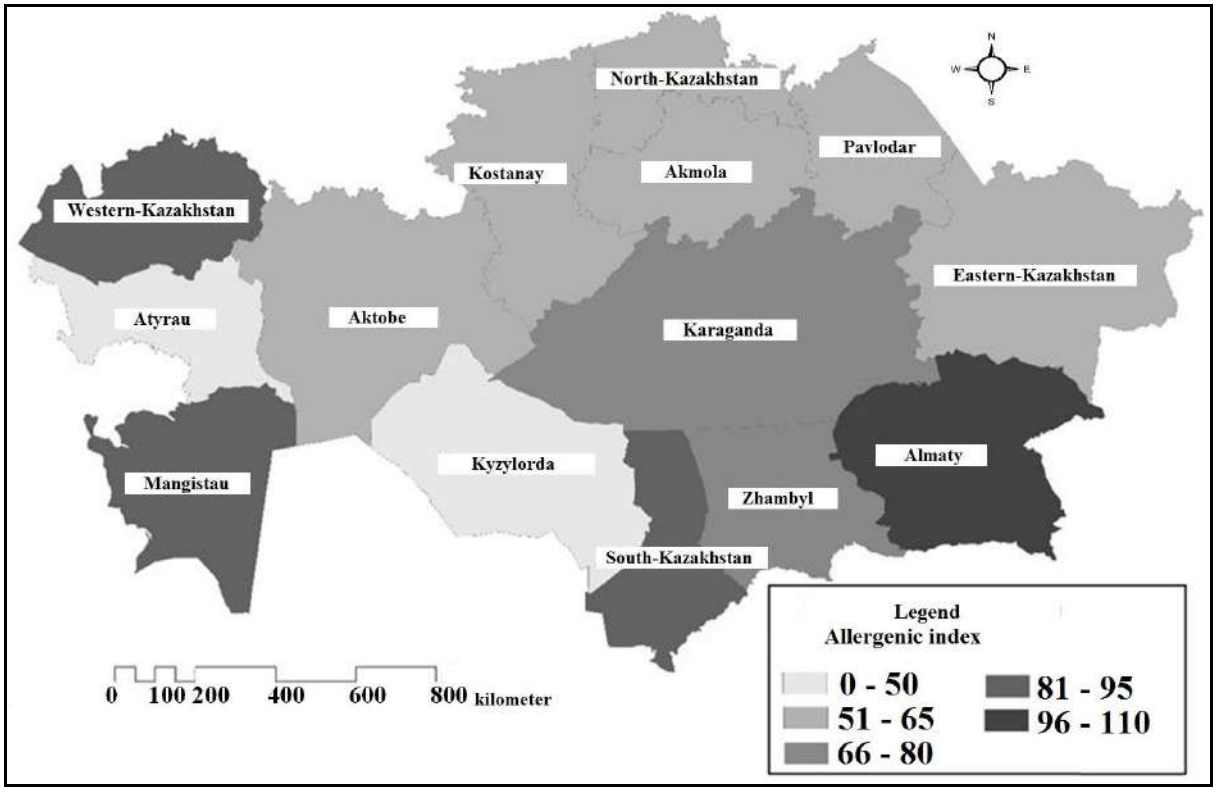
Bronchial asthma is very frequent among children. According to several authors, the values of asthma's distribution vary from 1 to 20 cases per 1000 people. In the Republic of Kazakhstan the value is 106 per 100000 children (Syrbaeva, 2014).

Results and Discussion. We calculated the "hazard indicator" for population of each administrative unit of the country by giving each unit a point, determined by dividing the total number of region population by 100000 people. Then it was multiplied by "allergenic danger index". Thus, we received the "hazard indicator" that gave us the chance to analyze maximal and minimal influence of allergenic plants on humans in every region, calculated per 100000 people (Dikareva, Rumyantsev, 2015).

Analyzing the maps, we can see that maximal allergenic danger is in Almaty Region with 1600 sick people per 100000. This phenomenon is connected with the maximal allergenic danger index in this region and high number of population (about 1 million 800 thousand), as well as with high industrial development and high density of transport. As we showed above, the aggravation of the allergenic reaction is conditioned by environmental pollution.



a)



b)

Fig. 6. Schematic map of a) distribution of allergenic plant species, flowering during the entire vegetation period, b) total value of "allergenic index" during the entire vegetation period.

In Western-Kazakhstan, Mangistau, Southern-Kazakhstan, Karaganda and Zhambyl Regions there are 650-1100 allergic individuals per each 100 thousand of people (fig. 7). In spite of the low

index of allergenic danger for some of these regions (47 for Mangistau Region), the index grows due to the high concentration of population there (more than 2 million).

All northern regions of Republic of Kazakhstan (Kostanay, Northern-Kazakhstan, Pavlodar and Akmola), Eastern-Kazakhstan and Aktobe Regions have the allergenic danger index from 400 to 650 per 100 thousand of people. The minimal value lesser than 400 was registered in 2 regions: Atyrau and Kyzylorda. The number of allergenic species is low there, and "allergenic index" is relatively small (54) in comparison to the other regions of the country.

Generally, the most dangerous region is Almaty, while the less dangerous is Kyzylorda and Atyrau, but this result is not accurate, due to the lack of researches carried out in those regions, while Almaty Region has a large database on the pollen complexes being the cause of pollinosis.

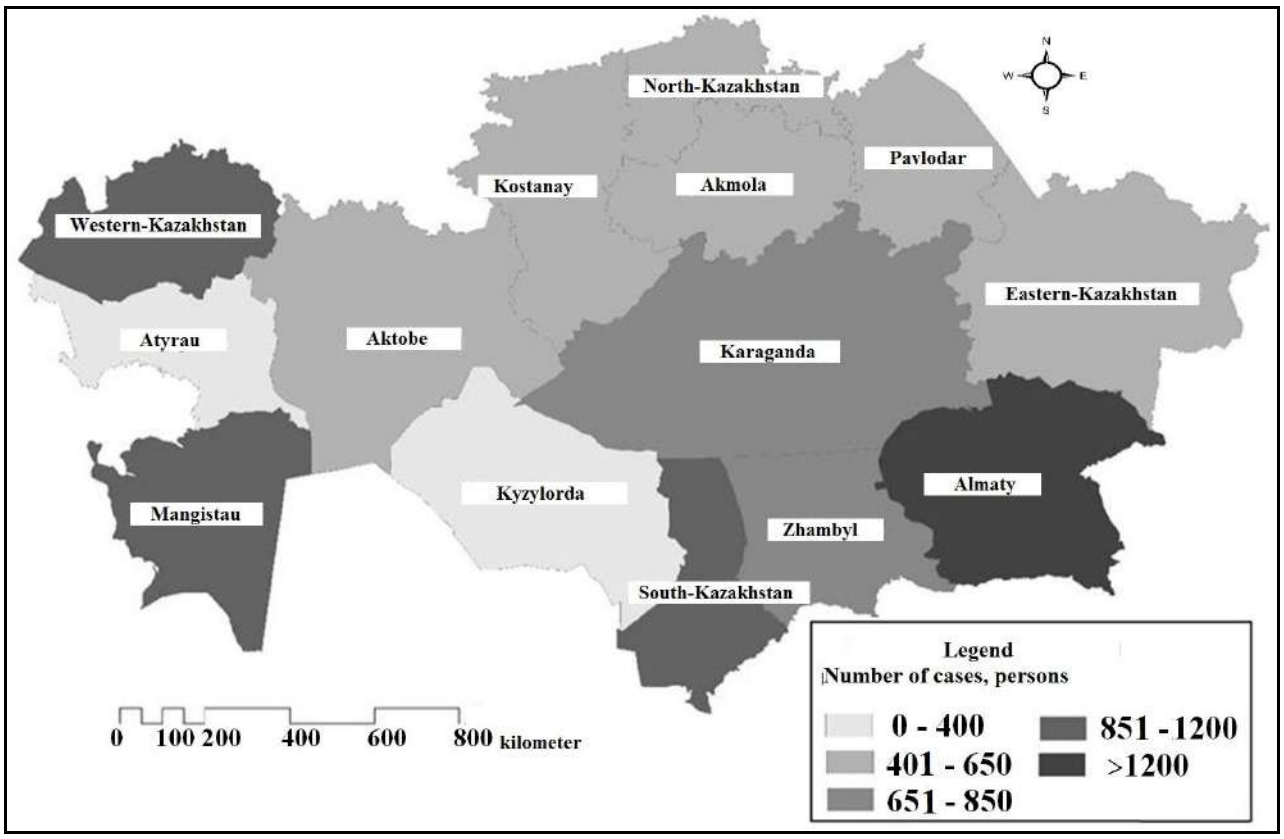


Fig. 7. Schematic map of "hazard indicator", calculated for the population of each administrative unit of Kazakhstan Republic (per every 100 thousand persons).

Results to the Chapters 2 and 3

The Republic of Kazakhstan has a big variety of allergenic plants. We selected 59 species from 32 genera and 6 families. Allergens, which pollen can cause pollinosis, are widespread over various regions of the country. While studying the distribution of allergenic flora, we revealed the dominance of arid complex flora, such as Poaceae (*Poa, Stipa, Festuca* genuses) and Asteraceae (*Artemisia*) families.

Allergenic species are taxonomically and ecologically diverse. They can be found in all natural zones and mountain belts of Kazakhstan, while every zone and belt has its specific allergenic species. Big numbers of arid complex species are typical for the lowland regions of Kazakhstan, the dominant families are Poaceae (*Poa, Stipa, Festuca*) and Asteraceae (*Artemisia*). The mountain regions have a big diversity of allergenic species; the main dominants are *Artemisia rutifolia,*

A. dracunculus, Festuca kryloviana, F. gigantea, F. valesiaca, Helictotrichon pubescens, and *P. alpina, P. bulbosa, P. angustifolia* of Poa genus, as well as *Pinus sylvestris* as a tree species.

Vegetation in the river valleys develops under special ecological conditions, which are different from lowland and mountain. The most important among them is water supply. The following species are spread along the river valleys: *Populus diversifolia, P. alba, P. nigra, P. laurifolia, Salix cinerea, S. trianda, S. viminalis* and *Phragmites australis.*

Analyzing the phenology of allergen flora blooming, we can select several periods of flowering: 1) spring (April-May) for trees and shrubs; 2) summer, dividing into 2 stages: a) June-July for Poacea family; b) July-August (September) for weeds of *Artemisia* genus and Chenopodiaceae family.

The most allergically dangerous species are representatives of Artemisia genus, Poacea and Chenopodiaceae families, which are very frequent and dominant in steppe, semidesert and desert ecosystems. There is a few of less dangerous species from Poacea and Chenopodiaceae families. They are rare and, according to some scientific-medical literature sources, their pollen is not very dangerous.

The highest indices of allergenic species are typical for the Eastern-Kazakhstan and Almaty Regions: the Eastern-Kazakhstan has the higher number of allergenic species during spring – about 19 species; Almaty reaches its maximum during summer – 30 species. In total for the whole period of flowering, these regions also prevail: the Eastern-Kazakhstan region with 46 species, and Almaty with 42. We can also mention Kostanay and Karaganda Regions with a high index of allergenic species – 39 for each. According to the results of researches, the least dangerous are Atyrau, Mangistau and Kyzylorda Regions with only 22-25 allergenic species for the entire period of flowering, which is two times less than in the Eastern-Kazakhstan and Almaty Regions. For the whole period of flowering and for spring and summer separately, those regions have minimal indices: 16-18 species in summer, and 5-6 in spring.

Calculation of "allergenic danger" index revealed the regions with the higher (lower) favorable conditions for the allergy sufferers during various seasons. In summer the highest index was registered for the Eastern-Kazakhstan Region, with the value of 62, and Almaty with 60. We must also mention the high "allergenic index" in Aktobe, Karaganda and Zhambyl Regions with 58. The lowest index is in Mangistau region – 31. In spring the most dangerous are Kostanay with 39 and the Eastern-Kazakhstan Region with 41, as well as all regions of the northern Kazakhstan, where index varies from 32 to 38. The less dangerous during spring are Altobe, Atyrau and Kyzylorda Regions with the index varying from 12 to 15.

In total the most dangerous regions, according to the number of allergenic species and "allergenic index", for the whole period of flowering are the Eastern-Kazakhstan and Almaty Regions, because they are economically developed and have a high level of environmental pollution. The less dangerous are Mangistau, Atyrau and Kyzylorda Regions.

When calculating the index of allergenic danger for the population of each administrative region, we revealed the Almaty to be the most vulnerable one, with 1600 sick individuals per each 100 thousand of people. The least dangerous regions are Atyrau and Kyzylorda, with only 400 potentially sick individuals per 100 thousand.

4. Allergenic Indigenous and Introduced Plant Species of Moscow and Moscow Region

It is practically impossible to find indigenous vegetation in Moscow and Moscow Region. The modern processes of urbanization transformed the natural vegetation communities and floras. Such big cities as Moscow form a specific natural-urbanistic environment, and their local flora gets disturbed by introduced species.

Nevertheless, the diversity of natural and artificial habitats determines flora composition and diversity. Flora of Moscow region has more than 1600 species of vascular plants, while 730 of them

are indigenous (Flora of Moscow, 2007).

Green plantations play an important role in city life. Moscow is one of the greenest megalopolises in the world. It includes 17 forest parks, 17 city parks, 58 regional and 9 specialized parks (table 3), 14 gardens, about 700 squares and 100 boulevards, their total area is 35100 ha (Ecological ..., 2000).

Results and Discussion. Indigenous species. The representatives of allergic indigenous flora are several genera of trees: hazel, pine, ash-tree, oak, alder, linden, willow, fir-tree, elm, birch, as well as some weeds and Poaceae species.

Table 3. Forest parks of Moscow city.

Name of Forest Park	Territory, ha
Khimki forest park	277.0
Khlebnikovo forest park	328.2
Forests of the K.A. Timiryazev Agricultural Academy	248.0
National park “Elk Island”	2910.0
Forest park “Sokolniki”	590.0
Forest park “Izmaylovo”	1295.3
Terletsky forest park	141.5
Forest park “Kuskovo”	302.0
Saltykovka forest park	24.0
Forest park “Kuzmiki”	946.4
Vidnoye forest park	23.0
Biryulevo forest park	348.7
Forest park “Tsaritsyno”	175.0
Natural park “Bitsevskiy Forest”	2230.0
Yasenevo forest park	625.0
Olympic forest park	793.0
Butovo forest park	280.4
Troparevo forest park	502.0
Fili-Kuntsevo forest park	284.0
Bakovka forest park	40.0
Serebryanyy Bor Forestry of the Russian Academy of Sciences	533.0
Pokrovsko-Streshnevskiy forest park	238.0
Khoroshovo forest park	197.0
Krasnogorsk forest park	58.0
Kryukovo forest park	875.4
TOTAL	12671.9

Meanwhile, the distribution of species on the territory of Moscow is heterogeneous. This phenomenon is associated with ecological features of species and city landscaping. Thus, according to the norms of trees and shrubs planting in the city dated back to 1988, the main assortment of planted species was *Betula pendula, B. pubescens, Quercus robur, Picea pungens, P. abies, Tilia cordata, T. platyphyllos* and green ash. All of them can cause allergy. According to the data of the Department of Nature Management and Environmental Protection of Moscow, linden is the most

abundant (32%) tree in this city.

Invasive species. The estimation of the invasive species' role in flora and analysis of their distribution are very important, because those species may be dangerous for the biodiversity and for public health due to their being very allergenic. In some cases they hybridize with local species, which leads to the growth of new "super-active transformed species" (Mayorov et al., 2012). Their impact on flora and public health is hard to predict. In Russian Federation the control over invasive species is not regulated by law, thus, invasive species occupy more and more territories with each year.

For our analysis we selected the ragweed among all invasive species. In Moscow Region it is represented by 3 American species, but the most abundant is *Ambrosia artemisiifolia* L., while *A. trifida* L. and *A. psylostachya* DC. are known only by single encounters.

The homeland of *A. artemisiifolia* L. is United States of America. It is widespread in eastern and central states. It can be met in other countries as well. It is introduced nowadays to all parts of the world and is included in the list of 100 most aggressive invasive species of Europe. In Russia it is considered as quarantine weed according to the Decree of the Ministry of Agriculture of Russian Federation, 15.12.14, No. 501.

All three species are dangerous for ecosystems, because they dominate plant communities while spreading, naturalize and are hard to eradicate (List ..., 2003).

Ambrosia was detected for the first time in Kolomna in Moscow Region (Oktyabreva et al., 1978). It is found every year on the slopes of the railways, in weedy places and wastelands.

In the XXI century the problem of invasive species distribution and their pollen is acute, because the pollinosis diseases become very widespread. The program of aeropolynological researches in Russia was developed in 2001. In several cities the special stations have been organized for monitoring of pollen emissions. One of those cities is Moscow. Aeropolynological stations work from 15th of April to 15th of September each year (during the period of maximum pollen emission). Data on quantity and quality of pollen is being published in two web sources: Pollen Calendar (2015) and Allergology (2015).

Analysis of this data allows us to study the terms of species flowering, their abundance, state of population isolation, changes in vegetation cover, as well as pollinosis distribution.

Allergenic plants can be divided into 3 groups: flowering during spring (from April-May to the early June), summer (June-August) and from summer to autumn. During the first period of exacerbation of pollinosis the tree species emit pollen: alder, hazel and birch in March-April; willow, poplar, elm, ash and maple in the late April; oak and coniferous trees (pine and fir) in May. The most allergenic is the birch pollen; its content in the air during the spring emission is maximal. During May oak has the maximal content of pollen. Linden has the latest pollinate period – in June.

The mentioned list of allergenic species was registered on every area of the territory under consideration. It may be connected with the severe disturbance of the urban vegetation communities, which makes the weeds spread widely.

The pine tree has the most homogeneous distribution, the number of its trunks is not high, it is not used for landscaping and is not the initiated plant (as birch and aspen). The alder, oak and hazel are not abundant as well. The most widespread species are maple, birch and linden; while linden and maple are actively used for city landscaping. The greenest part of Moscow is the South-Western County; according to the registry, it has 659997 allergenic trees, which is 18% of all allergenic trees in the city. The least green part is North-Western County with 51418 trees (1.4%). For the other administrative districts the figures are: Northern – 428099 (11.7%), North-Eastern – 533557 (14.7%), Eastern – 561927 (15.4%), South-Eastern – 251950 (13.8%), Southern – 398682 (10.9%), Western – 351792 (9.6%), Central – 391659 (10.7%). The total number of trees is 3629081 (fig. 8).

The maple species has largest number of trees due to the features of their registration; the local and introduced species are not distinguished and are planted together in the green zones of the city, causing high population numbers.

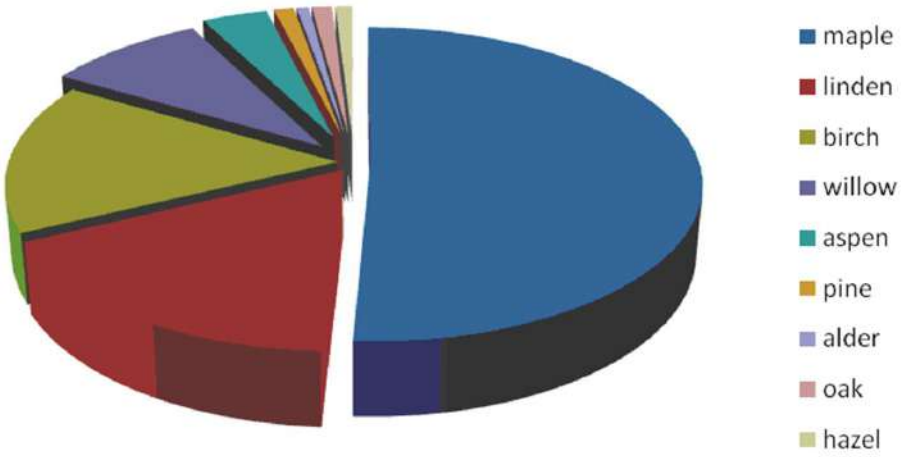


Fig. 8. Various tree species ratio in Moscow.

Introduced allergen species. Ambrosia artemisiifolia is a quarantine weed, which is dangerous for economy and biodiversity, as well as for the public health. This plant provokes allergies during its flowering period from the late summer to the early autumn, causing asthma twice as often as the other allergen species (Dahl et al., 1999). Human vulnerability to the pollen arises when the number of pollen grains reaches 20 units per 1 m^3 of air.

This ambrosia species is wind pollinated. Anthers open when the temperature grows and the humidity is low, i.e. mostly in the morning after sunrise, the emission of pollen lasts only for 6 hours (Martin et al., 2010). Pollen production varies depending on the size and age of the plant from 0.1 up to 3.8 billion of pollen grains per plant (Fumanal et al., 2007). Diameter of pollen grains is 18-22 microns (Taramarcaz et al., 2005).

Living conditions. In the indigenous habitats *A. artemisiifolia* grows under conditions of moderate continental climate (Bassett, Crompton, 1975). In the Europe the optimal conditions for it are high temperatures during the vegetation period (Essl et al., 2009). In the Central Europe the limiting factor is the low summer temperature (Essl et al., 2009). This phenomenon explains the absence of this plant in the mountains of the most territory of Europe.

A. artemisiifolia grows and propagates on the soils with various textures, it is tolerant to trophic conditions, but is vulnerable to high salinity of soils. This plant can endure drought, losing up to 70% of moisture through its leaves without irreversible consequences, and then retain ability of seeds produce. But *A. artemisiifolia* is sensitive to slight frosts, and so the late spring frosts can kill its seedlings (Leiblein-Wild et al., 2014).

Habitats. In Moscow region *A. artemisiifolia* can be met along the sides of railways, on the weedy places and wastelands. On the territory of its indigenous growing it exists mostly in the disturbed communities, such as arable fields, wastelands, roadsides, but sometimes it can be found in natural communities (Bullok et al., 2012).

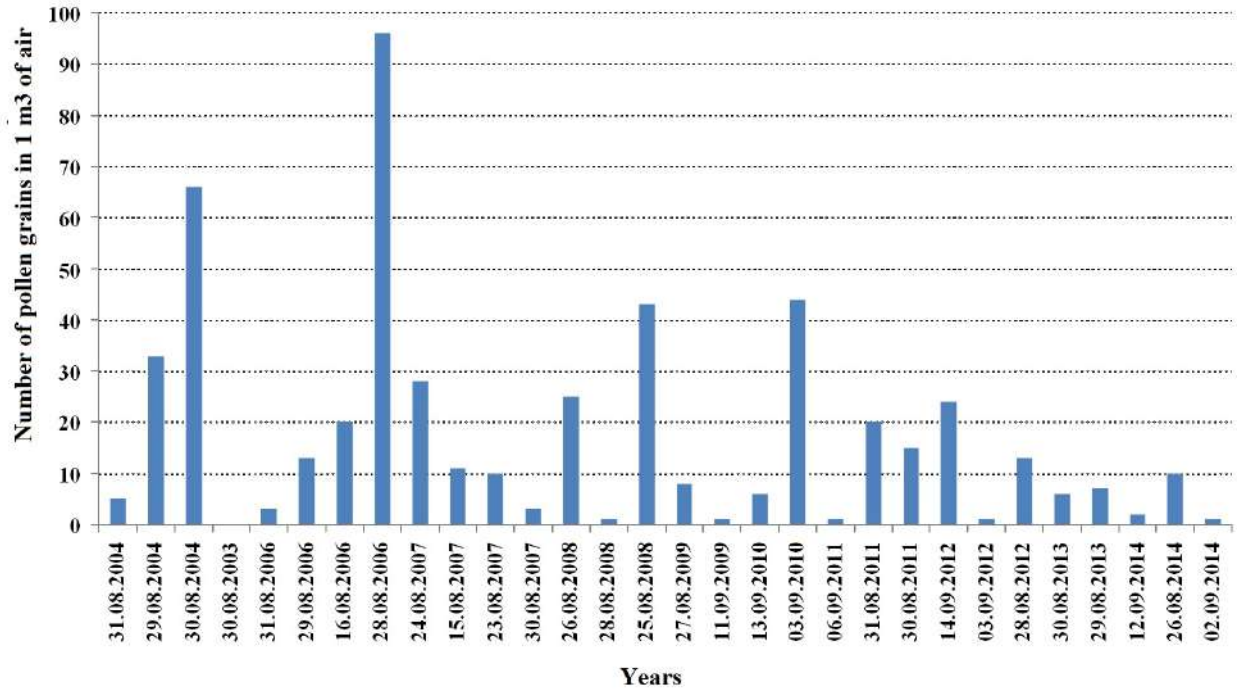
Biochemical features. It must be mentioned that *A. artemisiifolia* emits substances which suppress the growth of other plants. The degree of this impact varies depending on the parts of plant (roots, leaves, flowers). The most negative effect is caused by the extract from inflorescence. It was shown in a laboratory research (Vidotto et al., 2013) that the rotting remnants of *A. artemisiifolia* suppress the development of other species seeds. The most sensitive seeds appeared to be *Solanum lycopersicum* seeds, which germination capacity was 50% lower than in the control group.

Distribution. The birthplace of the plant is Northern and Central Americas, it is widely distributed in USA, especially in eastern and central states. It can also be found in Canada, Mexico, Peru, Argentina, Bolivia, etc.

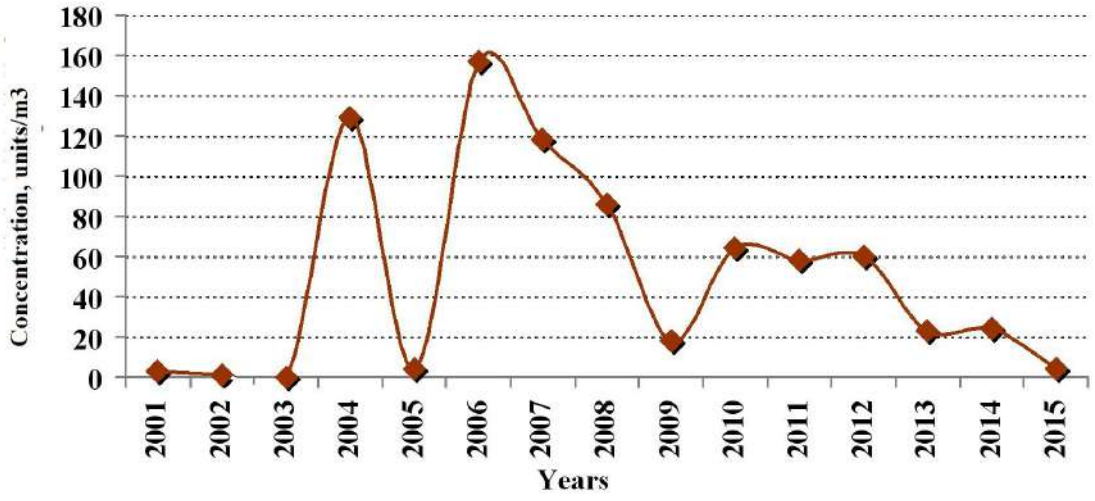
Since the early XIX century, *A. artemisiifolia* was introducing into the countries of temperate

zone, including Europe, China, Japan, South Korea, South Africa, Australia and New Zealand. The first plants were found on the territory of Russia (former USSR) in 1918 in the suburbs of Stavropol (Maryushkina, 1986). At the end of the XX century *A. artemisiifolia* occupied more than 50 thousand km^2 of Russia and continued its extension in the new century.

The pollen of *A. artemisiifolia* was irregularly detected in aerolynological spectrum in Moscow Region since the beginning of 1994, but not every year. The pollen emission lasts about a week from the late August to the early September, but single grains exist for the whole period from July till November. Number of pollen grains may reach 60-90 units per 1 m^3 of air on some days (fig. 9), reaching the critical level.



a)



b)

Fig. 9. Changes of *Ambrosia artemisiifolia* pollen concentration (units per 1 m^3) in Moscow city (Pollen Calendar, 2015).

Despite the fact that in southern region of Russia *A. artemisiifolia* is widely distributed, it is limited in Moscow Region. Documented findings are shown on the figures 10 and 11. All finding

sites are close to the railway stations.

Apparently, the high concentrations of *A. artemisiifolia* pollen are the result of their transportation from the southern regions by the westerlies. Taking into consideration the climatic conditions of the region and the use of herbicides in the agriculture of Moscow region, the further active expansion of *A. artemisiifolia* is unlikely to happen. The plant is unable to compete with local and adventives flora species.

Results to the Chapter 4

At least 17 species of herbaceous allergenic plants are homogeneously distributed throughout the territory of Moscow. The most congeneric distribution and the least abundance among all tree species were registered for pine, which had about 6 thousand trees per district. Alder is also not abundant (from 110 in the Central Administrative District to 9236 in the North-Eastern), oak (from 548 in the North-Western District to 10568 in the Northern) and hazel (from 529 in the Central District to 11629 in the North-Eastern). The highest number and widest distribution were registered for maple (1844815 in the city), birch (564152) and linden (617075).

The highest number of allergenic trees is in the South-Western District, it has 659997 trees or 18% of all allergenic trees in the city. The lowest number is in the North-Western District with 51418 trees (1.4%). For the other administrative districts the figures are: the Northern – 428099 (11.7%), North-Eastern – 533557 (14.7%), Eastern – 561927 (15.4%), South-Eastern – 251950 (13.8%), Southern – 398682 (10.9%), Western – 351792 (9.6%), Central – 391659 (10.7%). The total number of trees is 3629081.

The pollen of *A. artemisiifolia* was irregularly detected in aeropolynological spectrum of Moscow Region since the beginning of 1994, but not every year. The number of pollen grains may reach 60-90 units per 1 m^3 of air on some days and reach the critical allergenic level.

On the territory of Moscow and Moscow Region *A. artemisiifolia* was detected either as individual plants or as populations. All findings were located close to the railways. In some cases the plants had ripened seeds. Taking into consideration the local climate and the use of herbicides in the agriculture of Moscow region, the further active expansion of *A. artemisiifolia* is unlikely to happen.

5. Relation between the Features of a Wind Rose in the Cities to the Routes of Allergenic Species Pollen

The pollen of wind pollinated plants is the source of pollinosis. Today we know about 700 plants that can provoke allergy. Their pollen has dimensions about 10-50 microns, so it can be easily transported by wind. It is known that the threshold of 10-20 pollen grains in 1 m^3 of air provokes the allergy symptoms.

Results and Discussion. To model the areas of pollen grains, we used methodology that had been used for distribution of pollutants from stationary point-sources. In our case we studied parks and boulevards and modeled the waves of pollination coming from them.

In our work we used the methodology from the Instruction OND1-84, according to Tishchenko (Guide for Consideration …, 1984). The methodology allowed us to simulate the transportation of pollen, taking the wind rose into consideration and using maximum and minimum repeatability. Thus, with this approach as a base, we changed the calculation formula into this:

$$l=L_0P/P_0, \text{ when } P>P_0,$$

where L_0 is the radius in the i-direction from the object to the extreme border of pollen complexes distribution without adjustment for the wind rose (km); P is an average annual repeatability of wind direction of one rhumb when the circular wind rose is used (for example, the eight-point rhumb

wind rose); P_0=100/8=12.5%.

For Astana and Almaty cities we calculated the repeatability of various wind directions in %, the calculations are presented in the table 4.

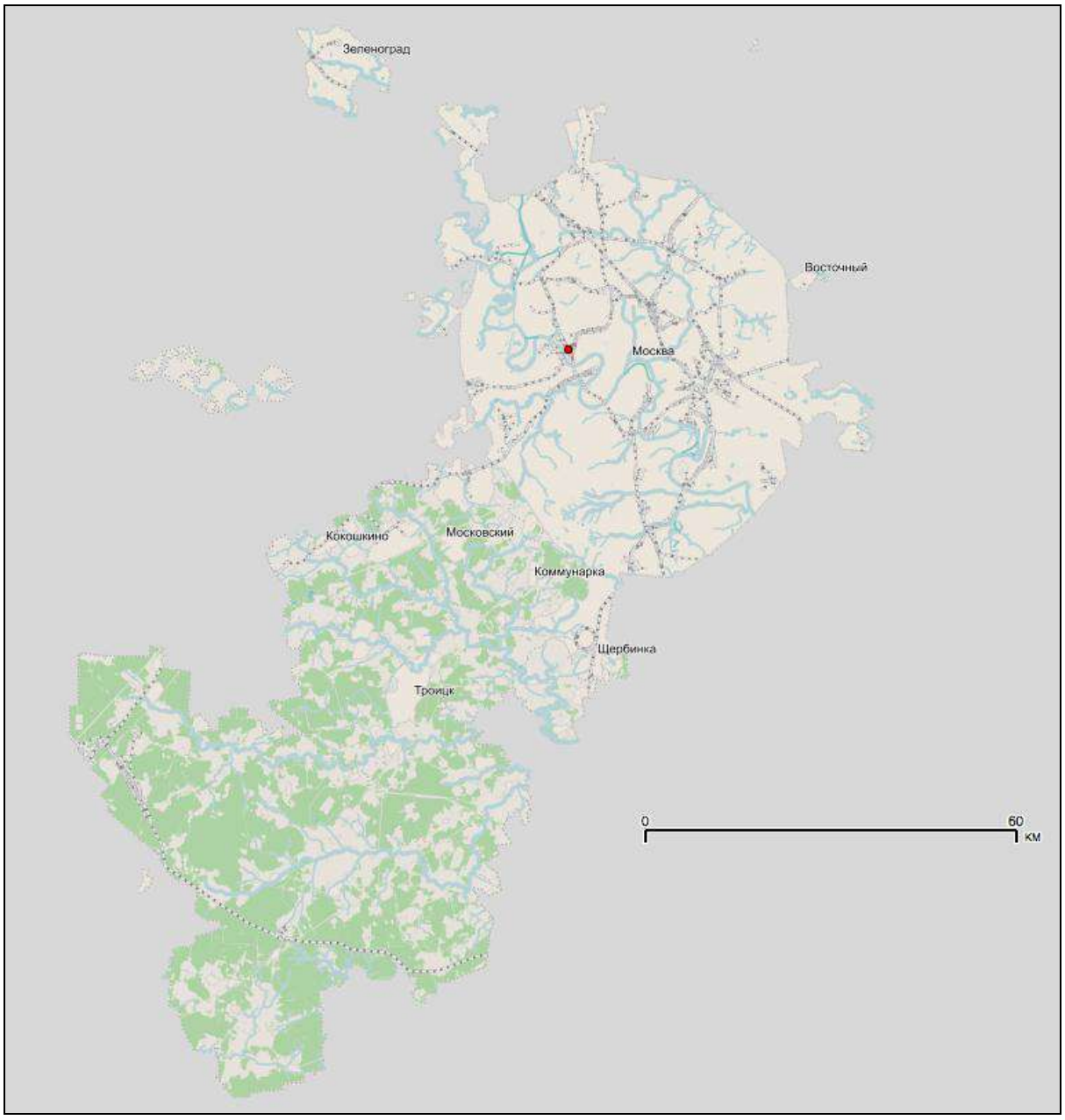


Fig. 10. Findings of *Ambrosia artemisiifolia* on the territory of Moscow city (Presnya Station of the Small Circular Railway where the ripened seeds were found by V.D. Bochkin).

It is worth noting, that for simulation of the pollen grains distribution we chose the spring period of allergenic flora flowering.

The last step of data gathering is identification of the radius of pollen complexes' pollination. We studied some scientific papers, written on the subject of pollen structure and morphology features, and found out that the dimensions of pollen grain affect the distribution range of pollen. Thus, the dimensions of pollen grains of the coniferous plants are respectively small, about 60 μm, and the range of their flight is up to 800 m, which is not much. It is quite the opposite for the allergenic

species of small-leaved trees. The dimensions of their pollen is up to 30 μm, and the radius of distribution is up to 2500 m (for example, the sizes of birch pollen, which is the widespread species of the city gardening, are 20-30 μm). The radius values were assigned according to the scientific works in pollen complexes aeropalynology (Statistics of Population …, 2015).

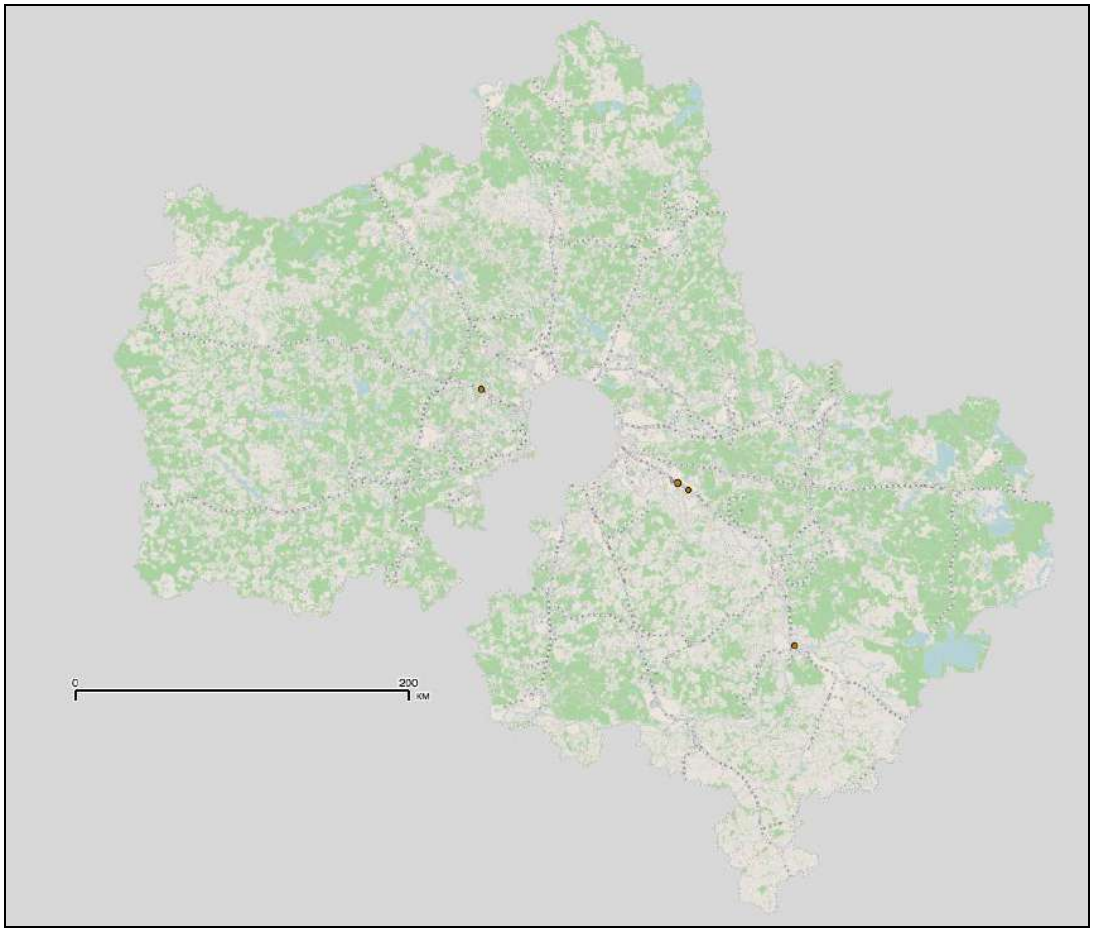


Fig. 11. Findings of *Ambrosia artemisiifolia* on the territory of Moscow region (station Golutvin, Kolomna and Ramenskiy Regions; station Dedovsk, 1 plant; station Kratovo, found by V.N. Tikhomirov).

The species composition of parks and boulevards of Astana and Almaty has many various species, so we decided to divide them into groups: coniferous, small-leaved and broad-leaved trees, and to attach the radius of possible distribution to each group (table 5).

The applying of the remote sensing methodology was the next stage of our work. We used the high resolution space images from SAS.Planet (Web-Cartography ..., 2015) for Astana and Almaty, and GoogleEarth, Yandex Maps, 2Gis to visualize the objects under consideration (parks and boulevards). Besides, we used the reporting materials on urban planning and landscaping. We found out that Astana has 9 parks and 13 boulevards to date, and Almaty has 20 parks. All parks and boulevards have footpaths, benches and various sports and entertainment facilities that stimulate the citizens to spend a lot of time during vacations in these parks.

The data on green spaces was used for the maps of pollen distribution objects.

It is worth noting that the methodology of areal simulation OND1-84 was developed for stationary point-sources only, so, for our areal objects we made additional calculations in ArcGIS and created a buffer, which allowed us to simulate the radius of distribution from the areal objects.

Table 4. Repeatability of various wind directions expressed as a percentage.

Astana													
Direction	**January**	**February**	**March**	**April**	**May**	**June**	**July**	**August**	**September**	**October**	**November**	**December**	**Year**
N	2	3	4	7	9	12	15	13	8	4	4	2	7
NE	9	14	14	13	12	16	19	17	12	8	9	6	12
E	7	7	11	13	11	15	12	12	10	8	8	5	10
SE	13	13	12	12	11	9	9	11	12	12	12	13	12
S	29	25	20	14	15	11	9	11	13	20	22	29	18
SW	29	26	21	17	17	12	9	11	18	24	26	30	20
W	9	10	14	17	16	15	15	15	18	18	15	12	15
NW	2	2	7	7	9	10	12	10	9	6	4	3	6
Calm weather	7	6	4	6	5	6	7	8	8	6	4	5	6
Almaty													
Direction	**January**	**February**	**March**	**April**	**May**	**June**	**July**	**August**	**September**	**October**	**November**	**December**	**Year**
N	26	28	25	20	17	15	15	17	17	19	22	25	20
NE	9	10	10	9	8	9	8	9	10	9	9	9	9
E	6	7	8	10	11	10	10	9	10	9	9	9	9
SE	13	10	13	15	19	21	22	21	22	21	15	12	17
S	18	16	15	19	20	23	23	23	22	20	20	16	20
SW	11	10	11	10	10	9	10	8	7	8	10	12	9
W	10	10	10	10	9	8	7	8	6	8	9	9	9
NW	7	9	8	7	6	5	5	5	6	6	6	8	7
Calm weather	35	32	26	20	18	20	17	18	22	30	34	39	26

This methodology takes into consideration the features of pollen grains of allergenic species (their dimensions and distribution range) and meteorological indices (wind repetition).

As the result we produced maps of allergenic pollen distribution in Astana and Almaty cities (fig. 12, 13).

Parks of Astana are concentrated in the central part of the city. As we can see in the figure 1, the distribution of the pollen complexes during the period of trees flowering covers almost the whole territory of the city, with southern and south-western directions prevailing. Maximal concentration is in the central parts of the city, where the main zones of recreation are situated (parks and boulevards). Allergenic pollen of coniferous trees can be distributed to the range of 800 m and occupy comparatively small areas, while the pollen of small-leaved trees is distributed for 2500 m, thus making the contact with them outside the park zones possible.

Parks in Almaty are evenly distributed in the city, but the majority of them is situated in the south-eastern part. This phenomenon can be explained by piedmont belt in the Medeo and Bostandyk Districts of the city.

Table 5. Pollen size and radius of allergenic plants distribution (Golovko, 2004).

Genus	Pollen size, μm	Radius, m
Group of broadleaf trees		
Acer (maples)	>35	2500
Tilia (lindens)	30-40	2500
Ulmus (elms)	35-40	2500
Group of small-leaved trees		
Betula (birch trees)	20-30	1500
Populus (poplars)	25-34	1500
Salix (willows)	25-34	1500
Group of coniferous trees		
Pinus (pine trees)	45-65	800
Picea (fir trees)	70-90	800

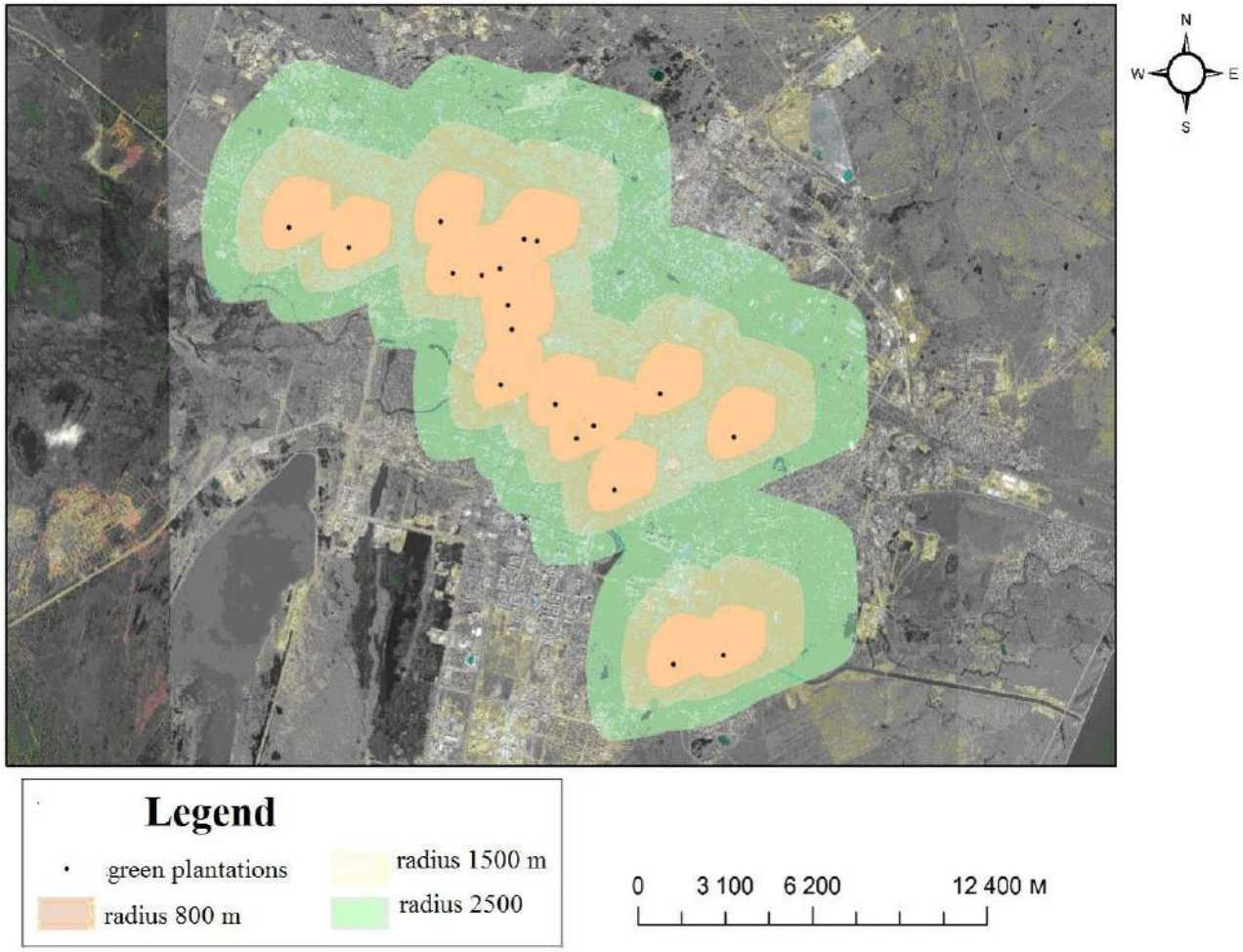


Fig. 12. Map of allergenic species pollen complexes distribution in Astana.

While studying the maps of allergenic pollen of coniferous trees distribution in Almaty, we found out that its maximal concentration is in the southern and south-eastern parts of the city. Those

areas are situated at different distances from each other and thus form an area, closed for the allergenic pollen. On the contrary, the pollen complexes of small-leaved and broad-leaved trees form a homogeneous habitat structure. It is especially typical for the small-leaved trees, which are widespread in the city during their flowering period.

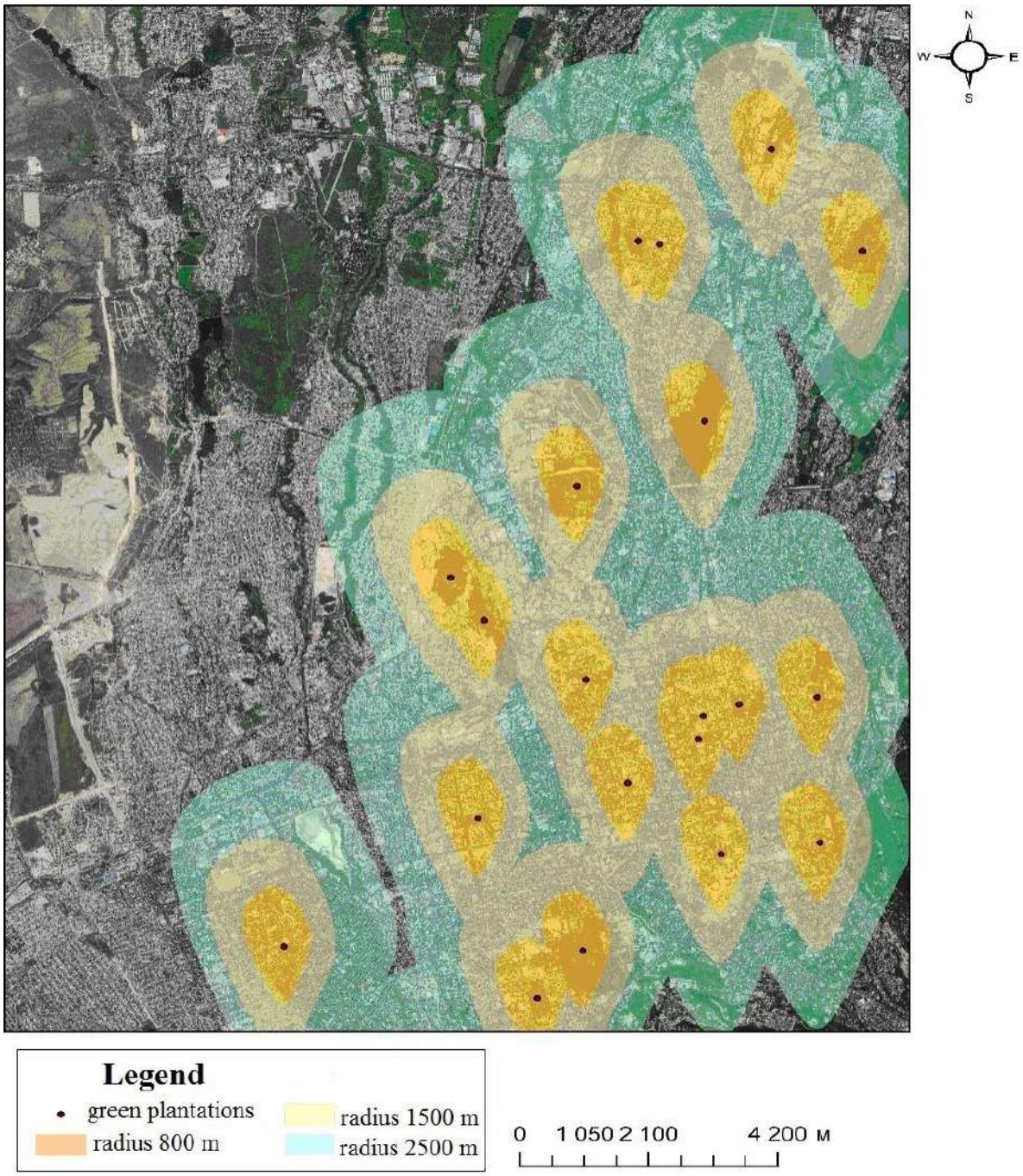


Fig. 13. Map of allergenic species pollen complexes distribution in Almaty.

Results to the Chapter 5

Analysis of the main directions of pollen distribution in Astana and Almaty cities showed that parks and boulevard zones are unfavorable and dangerous for the population that suffers from

allergy symptoms.

This problem should be solved at the stage of recreation areas design, namely – the smaller amounts of allergenic species with short pollination period should be used for parks and boulevards.

Coniferous trees can also be an alternative option, become which pollen grains are not distributed to the long distances because of their dimensions and can cause allergy only in individual cases.

Small-leaved trees are of high danger for patients with hay fever and should not be planted in the central parts of the city. They may be planted in the periphery of the city in the well-ventilated areas for pollen to distribute outside the city.

6. Description of Morphological Composition of Pollen Grains and their Role in Allergenic Reactions

Getting into human body, pollen grains may cause pathologic process such as allergenic inflammation. The term "allergy" means an exaggerated body response to various substances (allergens) that normally don't cause any reactions. Usually the protein substances act as allergens, because they bring in heterogeneous genetic information and can cause immune response (sensitization) with formation of immunoglobulins of E class. The repeating contacts between sensitized individuals and allergens will result in allergenic reactions.

Results and Discussion. The pollen grain has from 3 to 17 various water soluble proteins or glycoproteins (antigens) with molecular mass from 10 to 70 kDa. They are mostly concentrated in sporoderm, in electronically dense parts of cytoplasm (mitochondria and ribosomes) and close to the starch granules. Pollen antigens have fermentative activity which influences the transformation of allergen inside the organism and increases its allergenic potential. Thus, the allergenic molecules have additional physiological and biochemical activity which may lead to formation of specific antibodies.

According to the ability of causing an immune response, the allergens are classified as main (major), small (minor) and intermediate.

Major allergens are dominant antigenic determinants that are big, numerous and more immunogenic.

Minor allergens are smaller in dimensions and quantity and less immunogenic. Due to the high homology of protein structures, the immunogenic similarities may occur, that can serve as trigger for immunological cross-reactivity. For example, the main major allergen of birch pollen, which has the greatest input into allergenic reaction, is glycoprotein Bet v1 with molecular mass of 17 kDa, it is included onto the PR-10 Superfamily of pathogenesis-related proteins.

Proteins PR-10 can be found in the trees pollen (birch, hazel, alder, oak) and some products of plant origin (carrot, apple, peach, peanut, kiwi fruit, soya, celery). Consummation of any of those products may result into an oral allergenic syndrome. Meanwhile, PR-10 proteins rarely cause the severe reactions, because they are thermolabile and can be easily destructed under the heat influence and hydrochloric acid.

It is considered that content of PR proteins is higher in plants under stress conditions (for example, high humidity and ecological disadvantage). Therefore, we can assume that residents of environmentally disadvantaged areas are vulnerable for sensibility progression. It is prooved by some epidemiological studies (Pollen Club, 2015; Peredkova, 2012; Shiryaeva et al., 2016).

The hay fever is more widespread among urbanites than rural people due to several factors of urban life, causing allergens to spread. One of those factors is air pollution, such as smog. The mixture of gases, mist and solid particles forms in the atmosphere of megalopolis and may worsen the symptoms of asthma or allergenic rhinitis or cause breathing problems.

Smog is a type of air pollutants, the consequence of reaction between gases, solid particles and

sunlight. It is composed of carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO_2), sulphur dioxide (SO_2), nitrogen dioxide (NO_2), ozone (O_3), and some volatile organic matter and solid particles, such as dust, sand and pollen.

Usually the cars are considered to be the main source of pollution, however trains, buses and trucks also decrease the air quality. Pollution is also partially caused by mechanical (construction, raw materials production) and chemical (coal, oil and gas burning) processes. Smog with high ozone concentrations is very dangerous for people with respiratory tract allergies (Kulusheva, Malosieva, 2016; Pollen Calendar, 2015).

Another birch allergen, named Bet v2 (profilin), may cause the cross-reaction among unrelated plants, such as alder, birch, poplar, olive, elm, sycamore, oak, horse chestnut and maple. However its specific activity is never higher than 5% and does not affect the structure of hay fever morbidity.

Clinical and immunological relevance of minor allergens of birch (Bet v4, Bet v5 and Bet v6) is still actively studied nowadays.

Despite the fact that allergen Bet v1 is the cause of 90% of allergenic reactions, some patients are more vulnerable to the minor allergens than to major ones.

The recent studies showed that not only the pollen allergens can cause sensitization among the people vulnerable to allergies, but other non-protein substances, with pollen origin, for example, "pollen-associated lipid mediators" (PALMS) and adenosine may cause rearrangement of the allergic immune response (Pollen Club, 2015).

Results to the Chapter 6

Thus, some protein and non-protein substances of pollen have different impact on sensitization and clinical manifestation of the disease. People, who are not prone to allergic reactions, will not become hypersensitive to pollen even after a long contact with the large amounts of it. Patients with atopic constitution, worsened by heredity, may become quickly sensitized even to the small amount of pollen and after a short period of contact with it. Contact with allergenic pollen during 2 seasons causes hay fever for the genetically predisposed people.

In some cases the hay fever may affect those people who were previously insensitive to the pollen under the impact of additional provocative factors such as stress, malnutrition, smoking, unfavorable ecology, etc.

Recommendations for Reducing of Hay Fever Risk

As the researches of the allergologists show, the hay fever is more widespread among city people rather than country folk. From the very birth the urbanites are exposed to the impact of exhaust gases and pollutants from industrial enterprises. The mucous membranes of urbanites are always is in the state of dystrophic process or chronic inflammation. On the other hand, the city people have fewer contacts with weeds pollen than the country folks. All this show us that we must analyze the environment in detail and understand its natural-climatic conditions to make further recommendations.

That is why for working out of methodology of risk analysis for the population health we must select the following blocks of this problem and make this approach complex: first, the approach must ne scientific; second, the cooperation between city greening organizations and clinic-diagnostic organizations is needed; third, the organization of information system is needed.

As a result of such work the problem will be solved not only by allergic persons but by various departmental bodies which activities will promote to lowering of risks of the first reaction on allergenic pollen by healthy population.

Let us consider the structure of all proposed blocks.

1. Scientific work is the integral part of the study of pollen allergy problem. It must be based on revealing of the laws of spatial, temporal and seasonal distribution of the main plant allergens in the atmosphere and on the objects, on revealing of priority allergens of plant origin. The working out of algorithm of allergenic plants monitoring in the settlements is the priority task.

The working out of recommendations for aeronological risk management will be the logical result of this process. Making decisions under conditions of ecological risk includes three main stages: estimation, analysis and risk management. The proposed model of decision making model includes the estimation of pollinose risks basing on the results of ongoing monitoring and definition of the allergenic danger of main plant taxones, analysis of risks based on estimation of pollen quantity in the air and level of hay fever morbidity as well as practical measures of risks management.

The important part of the study will be maps showing the prevailing directions of pollen grains distribution.

2. Urban planning and landscaping. In this block the main task is cooperation between urban planning and landscaping organizations and allergists, who must give instructions about degree of danger of plants used for gardening in the city parks, boulevards, small streets and highways. The employees of urban planning divisions basing on the scientific works can choose less allergenic species with short flowering period for the construction of the green carcass of the city.

During the massive flowering the allergenic vegetation produces the pollen grains in large quantities thus filling the atmosphere of the city be allergenic pollen. This time interval is very unfavorable and dangerous for allergic persons, that is why the lowering of pollen quantity is still actual. For our opinion the solving of this problem is possible thanks to the measures that urban planning and landscaping organizations will organize: first, daily morning “gushing watering” in parks, squares and boulevards. It is known from the scientific literature that maximum pollen grains in the air is during morning while the proposed system of watering will help to lower significantly the concentration of pollen in the air preventing it from distributing to the long distances; second, using of “pollen traps”, for example, as duct tape which could be placed in the recreation centers (parks, boulevards) and on the building facades. All those measures will lessen the concentration of pollen grains in the air of big cities.

3. Work of information system. Working out of information and communication system based on spatial, temporal and seasonal distribution of main plant allergens will promote the organization and sustaining of the system of informing about the allergenic situation with estimation of allergenic risks for the public health in the real time conditions. The preparation of handout material about the allergenic risks and recommendations for avoiding the allergy will be necessary.

These approaches will improve the state of environment, will enlighten the population of cities or settlements and promote the organization of diagnostic laboratories. But the main task is to change the self-awareness of population because the majority of people don’t know how to fight the first symptoms of hay fever, do not go to the allergic centers and self-medicate. That is why we give the main rules for the persons who feel the first symptoms of allergy.

Main rules:

1. At the first signs of hay fever it is necessary to consult a doctor and not try to treat yourself. Well-timed diagnostics of the disease and adequate allergy-specific immunotherapy will enable persons to prevent the development of bronchial asthma or other diseases. The comprehensive approach will preserve the vitality and ability of the patient.

2. It is very important to avoid contacts with pollen that cause the high vulnerability. If there is no possibility to leave the city for the period of allergenic plants flowering, it is advisable to avoid the places where there is a lot of allergenic plants (in the field or country house).

3. During clear sunny weather, especially in the mornings when the pollen is in the air it is advisable to wear sunglasses and protect the nose by handkerchief. If you work in the field or

garden it is advisable to wear face mask. During the period of allergenic plants flowering it is advisable to make wet cleaning of the apartment, especially after ventilation.

4. The principal measures are all means that can lower the concentration of pollen in the air. If the meadow herbs on the lawns are timely mowed they will not produce pollen. The weed control at least in the cities will lower the pollen content in the air and hay fever morbidity.

5. The important point in pollinosis prevention is the correct physical education and hardening of the body. Thus before voyage, trip or nature excursion the responsible for the event person must explain the members the risks of allergy, find out those predisposed to allergic diseases that will lessen the risk of hay fever danger.

Conclusion

The approaches and methodologies of studying the allergenic plants distribution presented in this paper are applied for the first time. In future the authors hope to develop the named methods and prepare the series of papers considering each method separately.

REFERENCES

Agroecological Atlas of Russia and Adjacent Countries. 2005 [On-line source http://www.agroatlas.ru (last access date 06.02.2015)]. (in Russian)

Allergology. 2015 [On-line source http://www.allergology.ru (last access date 25.01.2015)]. (in Russian)

Allergology and Immunology: National Guide. 2009 / Eds. R.M. Khaitov, N.I. Ilyina. Moscow: GEOTAR-Media. 650 p. (in Russian)

Balabolkin I.I. 1985. Bronchial Asthma. Moscow: Meditsina. 171 p.

Bassett I.J., Crompton C.W. 1975. The Biology of Canadian Weeds. Vol. 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC // Canadian Journal of Plant Science. No. 55. P. 463-476.

Botanical Geography of Kazakhstan and Middle Asia (for Desert only). 2003 / Eds. E.I. Rachkovskaya, E.A. Volkova, V.N. Khramtsov. Saint Petersburg: Boston-Spectr. 423 p. (in Russian)

Bullock J., Chapman D., Schaffer S., Roy D., Girardello M., Haynes T., Beal S., Wheeler B., Dickie I., Phang Z., Tinch R., Civic K., Delbaere B., Jones-Walters L., Hilbert A., Schrauwen A., Prank M., Sofiev M., Niemelä S., Räisänen P., Lees B., Skinner M., Finch S., Brough C. 2012. Assessing and Controlling the Spread and the Effects of Common Ragweed in Europe (ENV.B2/ETU/2010/0037). European Commission, Final Report. 456 p.

Chuchalin A.G. 1985. Bronchial Asthma. Moscow: Meditsina. 160 p. (in Russian)

Dikareva T.V., Rumiantsev V.Yu. Distribution of Allergenic Plants in Russia. 2015 // Geography, Environment, Sustainability. Vol. 8. No. 4. P. 18-25.

Dahl A., Strandhede S.-O., Wihl J.-A. 1999. Ragweed – An Allergy Risk in Sweden // Aerobiologia. No. 15. P. 293-297.

Decree of the Ministry of Agriculture of Russian Federation, 15.12.14, No. 501 "Affirmation of the Quarantine Units List". 2014 [On-line source http://www.legalacts.ru (last access date 25.02.2015)]. (in Russian)

Dikareva T.V. 2004. Protection of Biocenotic and Botanical Diversity of Eurasian Steppes in the territory of Russia // Arid Ecosystems. Vol. 10. No 22-23. P. 69-80. (in Russian)

Dikareva T.V., Rumyantsev V.Yu. 2015. Cartographical Analysis of Allergic Plants Distribution in Russia // Herald of Moscow University. Series 5: Geography. No. 6. P. 34-40. (in Russian)

Ecological Atlas of Moscow. 2000. Moscow: ABF. 96 p. (in Russian)

Essl F., Dullinger S., Kleinbauer I. 2009. Changes in the Spatio-Temporal Patterns and Habitat Preferences of *Ambrosia artemisiifolia* during its Invasion in Austria // Preslia. No. 81. P. 119-133.

Esch R.E., Hartsell C.J., Crenshaw R., Jacobson R.S. 2001. Common allergenic pollens, Fungi, Animals and Arthropods // Clinical Review in Allergy and Immunology. Vol. 21. P. 261-292.

Flora of Moscow. 2007 / Ed. V.S. Novikov. M.: Golden-Bi. 512 p. (in Russian)

Flora of Siberia. 1987-2003. (In 14 volumes). Novosibirsk: Nauka. Vol. 13. 472 p. (in Russian)

Fumanal B., Chauvel B., Bretagnolle F. 2007. Estimation of Pollen and Seed Production of Common Ragweed in France // Annals of Agricultural and Environmental Medicine. No. 14. P. 233-236.

Gubanov I.A., Kiselova K.V., Novikov V.C., Tikhomirov V.N. 1995. Key to Vascular Plants of Central European Russia. (2nd ed., revised and enlarged). Moscow: Argus. 398 p. (in Russian)

Guide for Consideration, Coordination and Expertise Order of Air Protection Measures and Permissions to Emit Pollutions into the Atmosphere by the Project Decisions of the Department of Supervisory Activities 1-84ю. 1984. Moscow: Goskomgidromet. 25 p. (in Russian)

Golovko V.V. 2004. Ecological Aspects of Aeropalynology. Analitical Survey // Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Institute of Chemical Kinetics and Combustion. Series "Ecology". No. 73. Novosibirsk: Russian National Public Library for Science and Technology. 107 p. (in Russian)

Kulusheva A.B., Malosieva V.M. 2016. Pollen Allergy and Atmospheric Air: Their Connection and Perspectives // Bulletin of Medical Internet-Conferences. Vol. 6. No. 5. P. 437. (in Russian)

Leiblein-Wild M.C., Kaviani R., Tackenberg O. 2014. Germination and Seedling Frost Tolerance Differ between the Native and Invasive Range in Common Ragweed // Oecologia. No. 174. P. 739-750.

List of Plants' Pests, Plants' Causative Agents, and Weeds of Quarantine Value for the Russian Federation. 2003. Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation. 5 p. (in Russian)

Martin M.D., Chamecki M., Brush G.S. 2010. Anthesis Synchronization and Floral Morphology Determine Diurnal Patterns of Ragweed Pollen Dispersal // Agriculture, Forest and Meteorology. No. 150. P. 1307-1317.

Maryushkina V.Ya. 1986. *Ambrosia artemisiifolia* and Basics for Its Biological Reduction. Kiev: Naukova Dumka. 119 p. (in Russian)

May J.R., Smith P.H. 2008. Allergic Rhinitis // Pharmacotherapy: A Pathophysiologic Approach (7th ed.). NY.: McGraw-Hill. P. 1565-1575.

Mayorov S.R., Bochkin V.D., Nasimovich Yu.A., Shcherbakov A.V. 2012. Adventive Flora of Moscow City and Moscow Region. Moscow: Publishing House KMK. 412 p. (in Russian)

Method of Health Care Delivery to the Patients Affected by the Allergies and Allergic Diseases, Associated with immunodeficiencies. Appendix to the Order of the Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation No. 60н2, 4.02.2010 [On-line source http://www.1nep.ru/pro/legislation/126763 (last access date 11.01.2015)]. (in Russian)

Oktyabreva N.B., Tikhomirov V.N., Varlygina T.I., Kiseleva K.V., Kulikova G.G., Novikov V.S. 1978. Cadaster of Botanical Units in Need of Protection in the Territory of Moscow Region. 420 p. (in Russian)

Peredkova E.V. 2012. Pollinosis: The Problem is Still Relevant // Pulmonology and Otorhinolaryngology. No. 3. P. 18-25. (in Russian)

Pollen Calendar. 2015 [On-line source http://www.kestine.ru (last access date 16.02.2015)]. (in Russian)

Pollen Club. 2015 [On-line source https://pollen.club (last access date 26.02.2015)]. (in Russian)

Tree and Plant Allergy Info for Research – Allergen and Botanic Reference Library. [On-line source http://www.pollenlibrary.com (last access date 01.02.2015)].

Romanyuk L.I. 2010. Pollinosis and Nutritional Cross-reactivity. Methods of Diagnostics, Treatment, Prevention // Zrorov'ya Ukraini. No. 1. P. 46-48. (in Russian)

Rondón C., Blanca-López N., Aranda A., Herrera R., Rodriguez-Bada J.L., Canto G., Mayorga C.,

Torres M.J., Campo P., Blanca M. 2011. Local allergic rhinitis: allergen tolerance and immunologic changes after preseasonal immunotherapy with grass pollen // Journal of Allergy and Clinical Immunology. Vol. 127 (4). P. 1069-1071.

Rumyantsev V.Yu., Danilenko A.K. 1998. Informational System "Population of Terrestrial Vertebrates of Russia" // Ecoinformatics Problems: Materials of III International Symposium. Moscow. P. 126-129. (in Russian)

Shiryaeva D.M., Minaeva N.V., Novoselova L.V. 2016. Ecological Aspects of Pollinosis. Literature Review // Human Ecology. No. 12. P. 3-7. (in Russian)

Statistics of Population Sickness Rate in the Regions. 2015 [On-line source http://stat.gov.kz (last access date 16.02.2015)]. (in Russian)

Syrbaeva K.Zh. 2014. Children Sickness Rate for Bronchial Asthma in Republic of Kazakhstan // Medicine. No. 3. 75-77 p. (in Russian)

Taramarcaz P., Lambelet C., Clot B., Keimer C., Hauser C. 2005. Ragweed (Ambrosia) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? // Swiss Medical Weekly. No. 135. P. 538-548.

Vascular Plants of the Soviet Far East. 1996. (In 8 volumes) / Ed. S.S. Kharkevich. Saint Petersburg: Nauka. Vol. 6. 428 p. (in Russian)

Vidotto F., Tesio F., Vidotto A.F. 2013. Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process // Crop Protection. No. 54. P. 161-167.

Web-Cartography and Navigation. 2015 [On-line source http://www.sasgis.org (last access date 06.02.2015)]. (in Russian)

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА, 2019, том 3, № 4, с. 163-191

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОХРАНА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 502.45; 502.43; 502.48

КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ТЕМПОВСКИЙ» (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, ТАЛДОМСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ)[1]

© 2019 г. О.С. Гринченко*, Д.Б. Кольцов, А.А. Хромов***, Н.В. Мокиевский******

**Институт водных проблем РАН*
Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: olga_grinchenko@mail.ru
***Некоммерческое партнерство «Прозрачный мир»*
Россия, 117186, г. Москва, Нагорная ул., д. 20, стр. 1
****Государственный университет «Дубна»*
Россия, 141982, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19
*****Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, факультет почвоведения

Поступила в редакцию 01.11.2019. После доработки 10.11.2019. Принята к публикации 15.11.2019.

В статье приводятся материалы комплексного экологического обследования утверждённого Постановлением Правительства Московской области от 01.10.2019 г. № 669/33 государственного природного заказника «Темповский», расположенного в Талдомском городском округе Московской области. В работе использовались данные, собранные авторами в составе коллектива исследователей в рамках работ по мониторингу состояния проектируемых особо охраняемых территорий, регулярно ведущейся с 1995 г., и материалы исследований 1980-90-х гг., которые проводила Дружина по охране природы Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Природный массив имеет высокую экологическую ценность для Московской области. Здесь представлен набор разнообразных лесных сообществ: еловые, широколиственно-еловые, и елово-мелколиственные леса, сфагновые сосняки, верховые болота, низинные болота (черноольшаники, болотные березняки и сероольшаники), отдельные небольшие, но многочисленные участки широколиственных лесов (преимущественно липняки, иногда с клёном, а также небольшие по площади вязовники). Среди лесов встречаются сырые и обычные луга, в том числе вдоль ЛЭП и по окраинам дачных поселков. Территория имеет высокую мозаичность.

На территории заказника отмечено 6 видов растений, 4 вида лишайников, 1 вид грибов и 12 видов животных, занесённых в Красную книгу Московской области. А также 10 видов растений и 10 видов животных, нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении (Приложение 1 к Красной книге Московской области (2018)).

Ключевые слова: заказник «Темповский», Талдомский городской округ, Красная книга Московской области.

DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10049

В современной концепции территориальной охраны природы особо охраняемые природные территории (ООПТ) рассматриваются как элемент организации хозяйственной деятельности человека, поддерживающий экологическое равновесие, а центральным

[1] Работа выполнена по теме НИР фундаментальных исследований ИВП РАН за 2018-2019 гг. «Моделирование и прогнозирование процессов восстановления качества вод и экосистем при различных сценариях изменений климата и антропогенной деятельности» (№ 0147-2018-0002) № государственной регистрации АААА-А18-118022090104-8, раздел темы 2.6 «Эволюция наземных экосистем в изменяющихся природных условиях».

объектом концепции стала функционально единая система ООПТ, в которой длительное существование природных сообществ обеспечено наличием экологических связей между ними (Соболев, 1998). «Очевидно, правильнее говорить не о том, что каждый физико-географический район должен иметь заповедник, а о том, что каждый район должен обладать системой природных охраняемых территорий, обеспечивающих целесообразное естественное равновесие, позволяющее иметь климаксовые или узловые экосистемы, выделяемые в эталон-заповеднике. На вопрос, сколько и какого ранга охраняемых территорий необходимо для этого, должен отвечать экологический план, учитывающий задачу сохранения природного многообразия и баланса в экосистемах различного иерархического уровня» (Реймерс, Штильмарк, 1978, с. 166). Следствие из этого положения – рост нагрузок на природу, которому должно соответствовать адекватное развитие системы ООПТ (Соболев, 1998).

В 1995 г. была принята Панъевропейская стратегия биологического и ландшафтного разнообразия, основная идея которой – создание общеевропейской экологической сети (Pan-European …, 1996). Стратегия определила ряд методических подходов к работе и значимых принципов, в частности, принцип экологической целостности, который предполагает наличие защиты экологическим процессам, ответственным за выживание видов, в том числе защиту и сохранение тех мест обитаний от которых зависит существование видов.

Формирование сети ООПТ требует объединения различных подходов и проведение целенаправленных комплексных исследований специалистов различного профиля. Очень важно придание системности объектам сети ООПТ, как части ландшафтной системы более крупного уровня. Охраняемая природная территория должна иметь ландшафтную целостность, сравнительно крупный размер, автономность и обладать вещественно-энергетическими связями с такими же по функциональному назначению территориями. Система ООПТ отличается от сети ООПТ пространственной взаимосвязью и территориальной непрерывностью особо охраняемых природных объектов (Волков, 2011).

В настоящее время в Подмосковье организовано 252 ООПТ регионального значения общей площадью более 200 тысяч гектаров. Согласно современной схеме размещения и развития особо охраняемых природных территорий Московской области, ООПТ будут составлять 17-20% площади региона (Охраняемые природные территории …, 2019). В настоящее время ООПТ Московской области образуют сеть, но не систему, так как в условиях густонаселённого и промышленно развитого региона нарушение естественных связей уже давно произошло, а процесс их воссоздания требует пересмотра целого ряда вопросов, в том числе на законодательном уровне.

Наименее затронутые природные комплексы в настоящее время на территории Верхневолжской низменности, Мещёрской низменности и Смоленско-Московской возвышенности (Соболев, 1998). Исторически сложилось так, что периферия Московской области обладала относительно невысокой плотностью населения, неразвитой инфраструктурой и качественно стабильной пространственной структурой землепользования. Именно здесь вблизи административных границ региона сохранились крупные природно-антропогенные ландшафты, связанные между собой в единый природный каркас (Соболев, 1998). Организованные здесь ООПТ и другие природные территории нередко образуют системы с пространственными экологическими связями. Такой системой можно считать ООПТ Талдомского и северных частей Сергиево-Посадского и Дмитровского городских округов (рис. 1).

В северном Подмосковье первый государственный заказник был организован в 1977 г. Ценность территории была установлена в ходе работы экспедиции Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова. В 2015 г. площадь заказника была увеличена до 2311.44 га (Постановление …, 2017). В 1979 г. был утверждён заказник «Журавлиная родина»,

названный так по повести М.М. Пришвина, жившего и работавшего в этих местах в 1920-е годы. К 1992 г. в Талдомском и Сергиево-Посадском районах было создано 12 ООПТ. В дальнейшем было спроектировано ещё 6 заказников, в частности «Дубравна» (Гринченко и др., 2019) и «Темповский» (рис. 2).

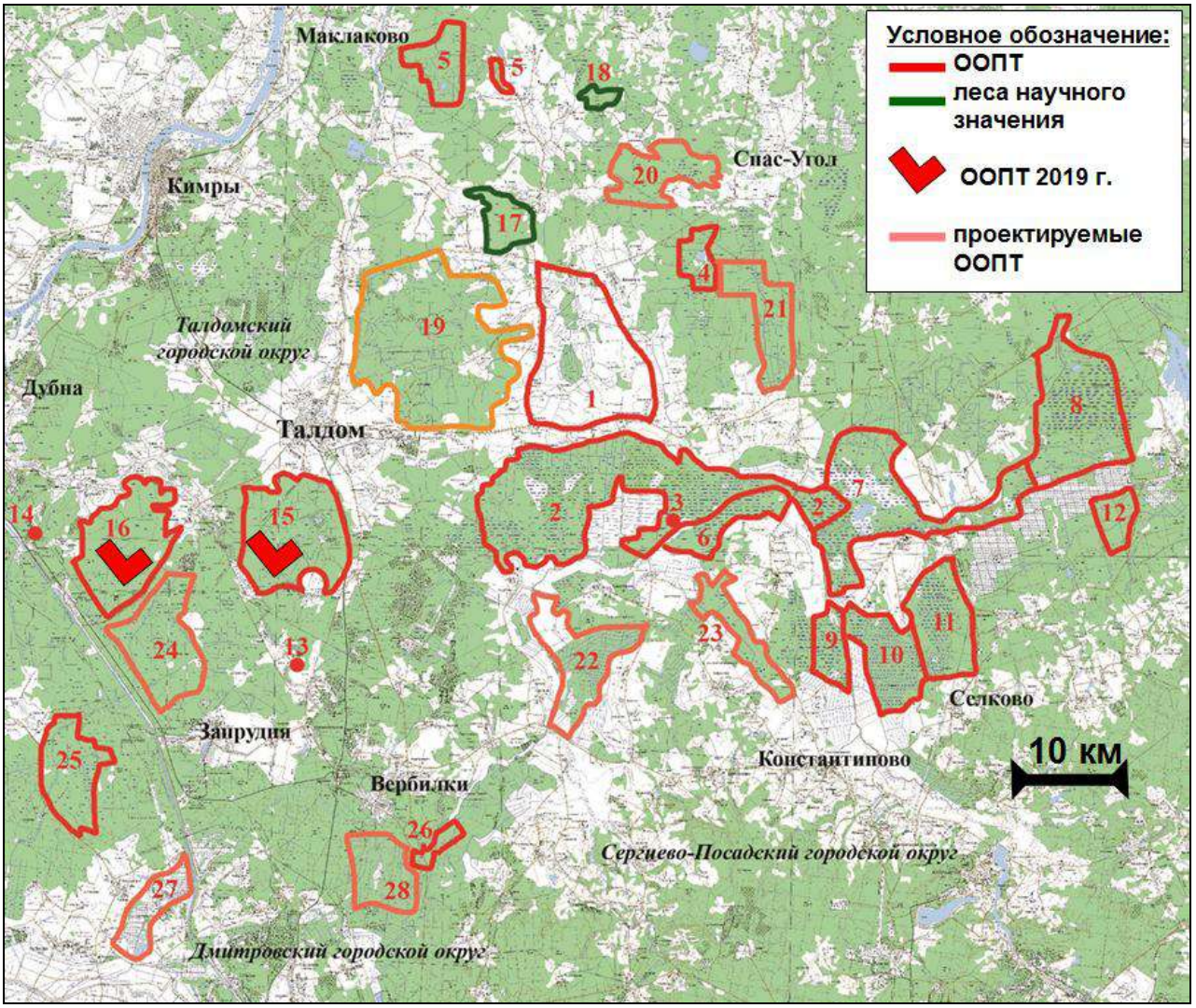


Рис. 1. Картосхема системы ООПТ в Талдомском и северных частях Сергиево-Посадского и Дмитровского городских округов Московской области. *Условные обозначения:* 1 – заказник «Журавлиная родина», участок «Апсарёвское урочище»; 2 – заказник «Журавлиная родина», участок «Дубненский болотный массив»; 3 – памятник природы «Дубненская колония серых цапель»; 4 – заказник «Озеро Золотая Вешка и прилегающие леса»; 5 – заказник «Маклаковский»; 6 – Дубненский левобережный заказник; 7 – заказник «Озеро Заболотское и его окрестности»; 8 – заказник «Большое и Малое Туголянские озёра»; 9 – заказник «Константиновский черноольшаник»; 10 – заказник «Озеро Заболотское и его окрестности», участок «Правобережье р. Дубны»; 11 – заказник «Переходное болото в Торгашинском лесничестве и прилегающие леса»; 12 – заказник «Леса и болота в кв. 108, 109 Веригинского лесничества»; 13 – памятник природы «Вязовники в долине реки Дубны в окрестностях села Троица-Вязники»; 14 – памятник природы «Мельдинская колония сизых чаек»; 15 – заказник «Дубравна»; 16 – заказник «Темповский»; 17 и 18 – леса научного значения; 19 –

воспроизводственный участок Талдомского охотничье-рыболовного хозяйства МООиР; 20 – проектируемый заказник «Дятлово болото»; 21 – проектируемый заказник «Башмачки на Вьюлке»; 22 – проектируемый заказник «Сущёвская пойма»; 23 – проектируемый заказник «Пойма р. Кубжи»; 24 – проектируемый заказник «Канава Казённая и окружающие леса»; 25 – заказник «Еловые и сосновые леса Гарского лесничества»; 26 – заказник «Еловые и сосновые леса Вербилковского лесничества»; 27 – проектируемый заказник «Мельчевские карьеры»; 28 – проектируемый заказник «Долина Якоти». **Fig. 1.** Schematic map of the System State Nature Reserve, Taldomsky, Dmitrovsky, Sergiev-Posadsky Districts, Moscow Region. *Legend:* 1 – "Crane Land" nature reserve, part of "Apsaryovo" nature boundary; 2 – "Crane Land" nature reserve, part of "Dubna marsh array»; 3 – natural monument "Dubna colony of gray heron"; 4 – «Zolotaya Veshka Lake and adjusting forests" nature reserve; 5 – "Maklakovsky" nature reserve; 6 – Dubna "Levoberezhny" nature reserve; 7 – "Zabolotskoye Lake and its surroundings" nature reserve; 8 – "Big and Small Tugolansky Lakes" nature reserve; 9 – "Konstantinovsky black alder forest" nature reserve; 10 – "Zabolotskoye Lake and its surroundings" nature reserve, part of "Right Bank of Dubna River"; 11 – "Transitioning Marsh in Torgashinsky Forestry and Adjusting Forests" nature reserve; 12 – "Forests and Marshes of 108, 109 Squares of Veriginsky Forestry" nature reserve; 13 – natural monument "Elm Forests in the Valley of Dubna River near Troitsa-Vyazniky Settlement"; 14 – natural monument "Meldinsky Colony of Common Gulls"; 15 – "Dubravna" nature reserve; 16 – "Tempovsky" nature reserve; 17, 18 – forests of scientific significance; 19 – production part of Taldom hunting and fishery unit "Moscow Society of Hunters and Fishermen"; 20 – "Woodpecker Marsh" nature reserve in project; 21 – "Lady's-slippers on Vyulka" nature reserve in project; 22 – "Sushchevsky Floodplain" nature reserve in project; 23 – "Floodplain of Kubzha River" nature reserve in project; 24 – "Kazennaya Trench and Adjusting Forests" nature reserve in project; 25 – "Fir and Pine Forests of Garsky Forestry" nature reserve; 26 – "Fir and Pine Forests of Verbilky Forestry" nature reserve; 27 – "Melchevsky Quarries" nature reserve in project; 28 – "Yakot Valley" nature reserve in project.

Территория заказника «Темповский» к охране впервые была предложена институтом «Росгипрозем» в 1988 г. В 1990 г. Дружиной по охране природы Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (ДОП) был составлен на заказник Паспорт, его авторы – А.Ю. Ярошенко и Д.Б. Кольцов (1990). Планируемая площадь заказника тогда составляла 1630 га. Исследования продолжились группой членов ДОП под руководством А.Ю. Ярошенко в 1995-1996 гг., в рамках работы по предпроектному обоснованию заповедника «Подмосковный». Долгое время территория успешно сохранялась в качестве воспроизводственного участка Темповского охотхозяйства общества «Динамо», однако в последние годы начала подвергаться интенсивному антропогенному воздействию со стороны жителей окружающих дачных посёлков.

Материалы и методы

Согласно Схеме развития и размещения особо охраняемых природных территорий в Московской области (Постановление …, 2019а) и плану работ по Государственной программе «Экология и окружающая среда Подмосковья» (Государственная программа …, 2019), современное обследование и проектирование заказников «Дубравна» и «Темповский» были проведены в 2018 г. Заказник «Дубравна» (площадь 3266.87 га) был утверждён 06.09.2019 г. (Постановление …, 2019б), Постановление об организации заказника «Темповский» (площадь 3215.5 га) вышло 01.10.2019 г. (Постановление …, 2019в; рис. 3).

Исследования проводились в северо-западной части Талдомского городского округа Московской области, в окрестностях дд. Стариково, Кутачи, Жуково, Юдино, Пановка, пос.

Темпы, Ольховик. Современные полевые материалы были собраны авторами в период с апреля по сентябрь 2018 г. Общая площадь района исследований составила около 4000 га.

Рис. 2. Место расположения (красный кружок) государственного природного заказника «Темповский» на карте Московской области, Масштаб 1:1500000 (Физическая карта Московской области, 2019). **Fig. 2.** Red circle marks the location of the state nature reserve “Tempovsky” in Moscow Region, scale 1:1500000 (Физическая карта Московской области, 2019).

Для описания территории и анализа динамики птичьего населения использовались материалы, собранные авторами в составе большого коллектива исследователей в рамках работы по мониторингу состояния проектируемых ООПТ, регулярно проводившейся с 1995 г. (Вестник Журавлиной родины, 2014).

Для составления современного проекта заказника было проведено комплексное экологическое обследование. Его цели:

- разработка физико-географической характеристики проектируемой ООПТ;

- выявление природных комплексов и объектов проектируемой ООПТ, имеющих особое природоохранное значение для Московской области;
- выявление существующих и потенциальных факторов негативного антропогенного воздействия на ценные природные комплексы и объекты;
- разработка предложений по организации ООПТ.

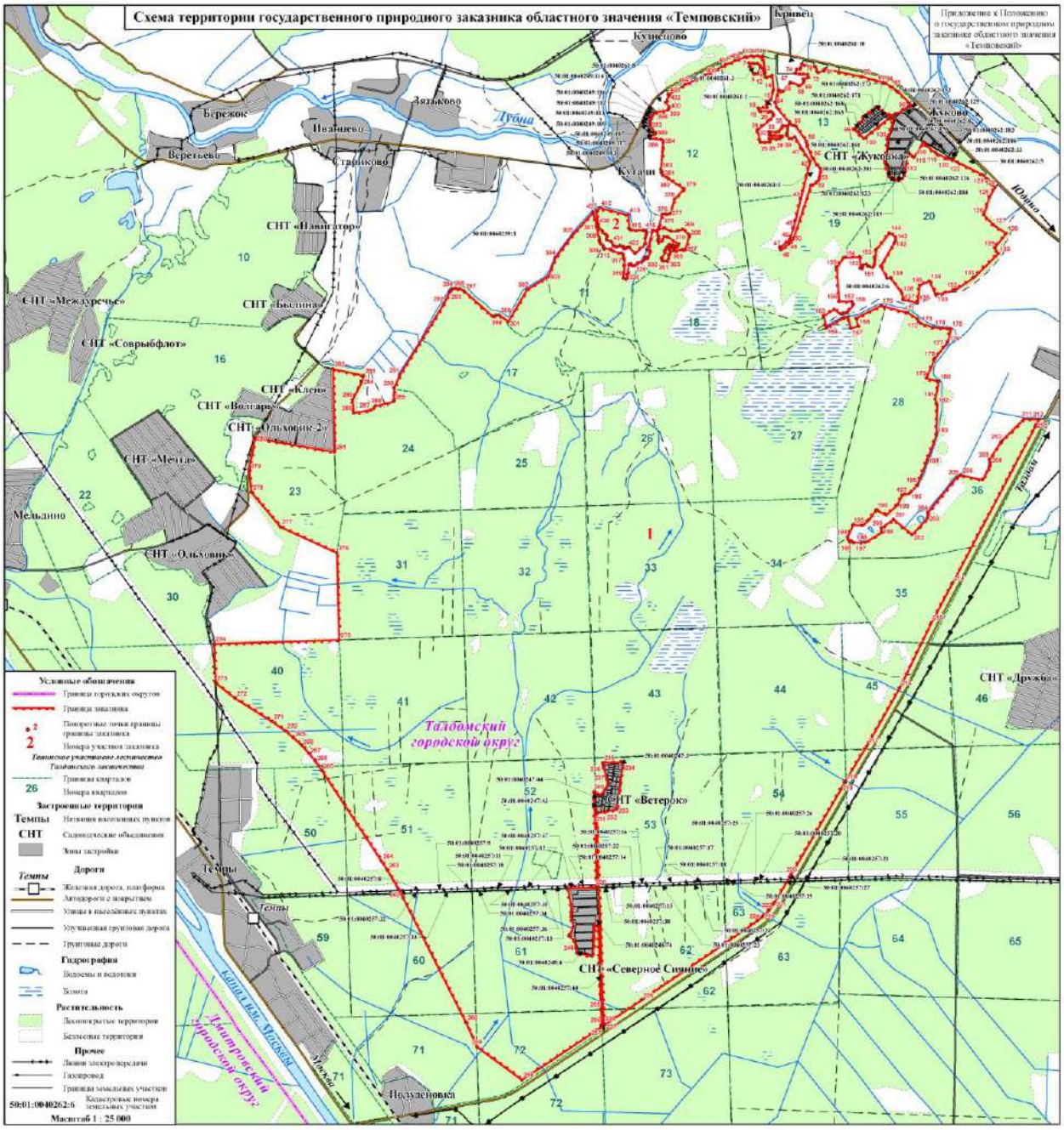


Рис. 3. Картосхема государственного природного заказника «Темповский» в Талдомском городском округе Московской области (Постановление …, 2019в). **Fig. 3.** Schematic map of the State Nature Reserve “Tempovsky”, Taldomsky District, Moscow Region (Постановление …, 2019в).

Проведены маршрутные и точечные ландшафтно-геоморфологические (физико-географическая характеристика территорий, описание рельефа), гидрографические (описание водных объектов с их метрическими характеристиками: рек, ручьев, мелиоративных канав, болот и др.), почвенные (описание почвенных горизонтов в разрезах, почвенного покрова), ботанические, геоботанические, зоологические и экологические обследования. Выявлены антропогенные воздействия на природные комплексы, включая влияние рекреационных нагрузок. В процессе обследования велось полевое картографирование и уточнение границ проектируемой ООПТ.

На основании полевых обследований был составлен аннотированный перечень выявленных объектов, занесённых в Красную книгу Московской области (2018), редких и уязвимых таксонов, не включенных в Красную книгу Московской области (2018), но нуждающихся на территории Московской области в постоянном контроле и наблюдении; ландшафтов, требующих особой охраны. Подтверждение производилось путем фотофиксации растений, грибов, лишайников, геоморфологических и водных объектов, животных и следов их жизнедеятельности, характерных местообитаний. В аннотациях для объектов животного и растительного мира кратко описывались их местообитания, оценивалась численность; для животных – характер пребывания (размножение, миграция, заходы, зимовка), для растений – обилие и фенологическая фаза на дату наблюдения; для водных объектов – гидрографические характеристики.

В процессе комплексного экологического обследования в предлагаемых границах заказника были выявлены экосистемы, имеющие особое природоохранное значение для Московской области, местообитания редких видов растений и животных.

Для определения видового состава, оценки численности и выявления биотопического распределения птиц использованы методы маршрутных и точечных учётов (Новиков, 1949), а также комбинации различных методов.

Видовой состав и биотопическое распределение млекопитающих определялись по следам жизнедеятельности. Для уточнения численности и статуса пребывания были проведены опросы сотрудников Темповского охотничьего хозяйства общества «Динамо».

Видовой состав амфибий и рептилий был определён по встречам особей; видовой состав рыб в водоёмах – путём отловов и опросов рыбаков с последующей фотофиксацией. Некоторые сведения были предоставлены сотрудниками Талдомского охотничье-рыболовного хозяйства МООиР, граничащего с Темповским охотхозяйством.

Названия и порядок видов и отрядов птиц приведены по книге «Список птиц Российской Федерации» (Коблик и др., 2006), видов млекопитающих – по работе «Наземные звери России» (Павлинов и др., 2002), земноводных – по сводке «Земноводные бывшего СССР» (Кузьмин, 2012), рыб – по книге «Атлас пресноводных рыб России» (2002).

Для определения видовой принадлежности растений в работе использовались «Определитель сосудистых растений …» (1995), «Флора средней полосы европейской части СССР» (Маевский, 1964), «Флора европейской части СССР» (1974-1994), а также «Сосудистые растения “Журавлиной родины”» (2017).

В работе использованы картографические материалы и космические снимки: карта А.И. Менде (Атлас Менде …, 1850), топографическая карта Московской области (Москва …, 1999), космические снимки с Lansat (1972 г.) и Sentinel (2018 г.), а также картографические материалы лесоустройства, любезно предоставленные Талдомским филиалом ГКУ МО «Мособллес».

Для анализа и оценки ландшафтной структуры территории и для картографирования полевых маршрутов и мест находок редких видов животных и растений использовались GPS-навигаторы и ГИС-технологии (ArcMap 10.6).

Результаты и их обсуждение
Геолого-геоморфологическое описание территории

Территория заказника располагается в южной части Верхневолжской низменности в зоне распространения плоских водноледниковых, древнеаллювиально-водноледниковых и моренно-водноледниковых равнин правобережья реки Дубны.

Поверхность кристаллического фундамента залегает на глубинах 1-1.8 км. Прогиб заполнен чехлом из осадочных пород: снизу вверх сменяются отложения девонского, каменноугольного и пермского периодов палеозоя, юрского и мелового периодов мезозоя, а также ледниковые, водно-ледниковые, озерно-ледниковые и прочие послеледниковые отложения четвертичного периода. Отложения других периодов отсутствуют или выражены слабо, так как в эти периоды ни моря, ни оледенений на данной территории не было (Даньшин, 1947; Апродов, Апродова, 1963; Атлас …, 1976; Кузьменко, 1997; Кузьменко и др., 1997; Геологическая история …, 2008).

Четвертичные слои на большей части территории представлены нижневалдайскими флювиогляциальными отложениями: преимущественно песками, оставленными потоками талых ледниковых вод, устремлявшимися вдоль Волги. В долинах рек на надпойменных террасах залегают древнеаллювиальные отложения, в основном, песчаные.

Территория включает плоские водноледниковые и древнеаллювиально-водноледниковые равнины с болотами различных типов (в том числе сфагновыми высокоствольными сосняками и черноольщаниками), а также левобережный участок долины реки Дубны с первой надпойменной террасой (в северо-восточной части территории).

Основные поверхности равнин сложены водноледниковыми песчано-супесчаными или суглинистыми отложениями. Уклоны поверхностей обычно не превышают 1-3°. По днищам ложбин и западин водноледниковые отложения перекрыты с поверхности торфяной или перегнойной толщей.

Междуречные равнины с поверхности сложены водноледниковыми или древнеаллювиально-водноледниковыми песчано-супесчаными или суглинистыми отложениями. По днищам ложбин образовались торфяные и перегнойные толщи. Поверхности террасы реки Дубны сложены древнеалювиальными отложениями.

Водные объекты

Гидрологический сток на территории заказника имеет общее направление в реку Дубну (правый приток реки Волги), протекающую к северу и северо-востоку от него. В пределах заказника нами отмечены немногочисленные старые заросшие дренажные канавы прошлых десятилетий и более современные, в основном проложенные на юге и западе территории, а также проходящие по границе Гослесфонда на северо-западе, севере и северо-востоке заказника, местами заходя в лес. Общая протяженность зарастающих дренажных каналов и канав составляет около 15 км, ширина водотоков колеблется от 1 до 3 м. Большая их часть разгружается в реку Дубну.

Эфемерные водоёмы (лужи, сырые дорожные колеи, обводнённые кюветы и залитые небольшие болота) относительно многочисленны по южной и западной границам территории – по полевым дорогам вдоль ЛЭП, а также около шоссейной дороги Талдом–Полудёновка, где основной причиной их появления стал подпор грунтовых вод.

Почвы и почвенный покров

Результатами исследований было установлено, что рельеф территории – выположенный, перепады высот едва заметные, в пределах нескольких метров на километр. Широкие

плоские водораздельные поверхности с многочисленными округлыми и вытянутыми микрозападинами пересекаются неглубокими (без заметных границ) широкими долинами стока с очень малым уклоном. Почвообразующие породы представлены тяжелыми моренными суглинками перекрытыми супесчаными отложениями небольшой мощности. Данные факторы в совокупности обуславливают низкую пестроту и разнообразие почвенного покрова.

Почвенный покров заказника представлен преимущественно подзолистыми и болотно-подзолистыми почвами, в том числе глееватыми и глеевыми их вариантами, на двучленных отложениях: супесях и иногда легких суглинках, лежащих на тяжелых моренных суглинках.

На водораздельных территориях почвенный покров представлен различными видами подзолистых почв, наиболее часто встречающиеся разности: обычные легкосуглинистые и иллювиально-железистые. В локальных понижениях отмечаются оглеяные подзолистые и болотно-подзолистые почвы. Из этих же почвенных разностей складывается почвенный покров переувлажённых ложбин стока.

На участках верховых болот территории отмечены торфяные олиготрофные почвы, сформировавшиеся в условиях застойного увлажнения, в результате нарастания олиготрофной растительности.

Растительность

Разнообразие сообществ заказника можно свести к нескольким группам.

1) Еловые, мелколиственно-еловые, елово-мелколиственные, мелколиственные сообщества, иногда с участием в подлеске или в пологе широколиственных пород, а также чисто широколиственные леса на сухих плоских возвышенных участках.

2) Сфагновые сосняки и сырые варианты еловых, мелколиственно-еловых, елово-мелколиственных, мелколиственных сообществ в неглубоких сырых западинах на плоских возвышенных участках.

3) Болото под пушициево-сфагновым сосняком в крупной переувлажнённой западине в северо-восточной части заказника (фото 1).

4) Черноольшаники (различные варианты), сероольшаники, елово-мелколиственные, берёзовые леса, вязовники в неглубоких переувлажнённых и сырых долинообразных понижениях (и на их окрайках) между плоскими возвышенными участками.

5) Лесные культуры ели на месте вырубок 1960-70-х гг., расположенные на сухих возвышенных участках.

6) Луговые сообщества на заброшенных лугах среди леса (расположены на сухих плоских возвышенных участках) и под ЛЭП (сухие плоские возвышенные участки, местами с неглубокими сырыми и с более крупными долинообразными западинами).

Для лесов заказника характерно отсутствие заметного количества старо- и средневозрастного валежа, однако местами есть заметное количество свежего, в том числе крупного. Чаще всего это валёж ели (вывал с корнем) и осины (слом у основания или посередине ствола). В строении полога преобладают варианты: сомкнутый с отдельными мелкими окнами и среднесомкнутый со многими мелкими и средними окнами. Но встречаются и крупные окна со значительным количеством в них свежего валежа. Возраст основного древостоя находится в пределах 50-80 лет. Исключение составляют черноольшаники, где более-менее равномерно представлен валёж всех стадий разложения, полог часто бывает с крупными окнами, а возраст древостоя может быть более 100 лет. Возраст некоторых болотных сосняков также заметно превышает 100 лет.

Чисто еловые, мелколиственно-еловые, елово-мелколиственные леса, нередко с участием липы и клёна, а также участки чисто широколиственных лесов встречаются на наиболее

высоких частях в целом очень выположенного рельефа.

Фото. 1. Пушициево-Сфагновый сосняк (фото О.С. Гринченко).
Photo 1. *Sphagnum-Eriophorum* pine forest (photo by O.S. Grinchenko).

Травяной покров в еловых лесах варьирует от очень бедного (мёртвопокрывного, сфагнового) до более богатых: зеленомошного, кисличного, черничного, неморальнотравного. В вариантах с бедным травяным покровом обычно присутствует лишь подрост ели (*Picea abies* Link), берёза (*Betula pubescens* Ehrh.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и иногда можжевельник (*Juniperus communis* L.). В более богатых вариантах в кустарниковом ярусе, помимо подроста ели и березы, встречается, крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.), бересклет бородавчатый (*Euomimus verrucosus* L.), волчье лыко (*Daphne mezereum* L.), калина (*Viburnum opulus* L.), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum* L.), черёмуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), порослевая липа (*Tilia cordata* Mill.), подрост клёна (*Acer platanoides* L.).

В травяном покрове чаще всего встречаются черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), линнея северная (*Linnaea borealis* Gron.), ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), щитовник расширенный (*Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkins et Germy), вейники (*Calamagrostis* spp.), бор развесистый (*Milium effusum* L.), золотарник (*Solidago virgaurea* L.), видами рода подмаренник (*Galium* spp.). Моховой покров образован плеврозиумом Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt), видами рода дикранум (*Dicranum* spp.), птилиум (*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.), ритидиадельфусом трехгранным (*Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.) и хилокомиумом блестящим (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al.),

а также видами рода сфагнум (*Sphagnum* spp.).

Елово-осиновые, берёзово-елово-осиновые и берёзово-осиновые леса имеют те же варианты травяного покрова, что и чистые ельники. Чаще всего травяной покров в таких лесах богатый, неморальнотравный или же бореальнотравный, черничный. Но попадаются и мертвопокровные участки (в чисто осиновых парцеллах). Подрост также аналогичен вышеописанным ельникам, может быть также хорошо или плохо выражен. На осинах встречается мох некера перистая (*Neckera pennata* Hedwig).

Широколиственные леса на возвышенных позициях представлены чистыми липняками (*Tilia cordata* Mill.), иногда с примесью клёна (*Acer platanoides* L.). Такие сообщества сформировались в результате лесохозяйственных мероприятий по содействию возобновлению именно широколиственных пород и в большинстве случаев имеют порослевое происхождение. Возраст участков, где липа образует сплошной или почти сплошной сомкнутый основной полог, находится в пределах 30-80 лет. Травяной покров в таких лесах неморальнотравный.

Широколиственные леса представлены также в виде крупных участков порослевой липы и подроста клёна под основным пологом, образованным осиной, берёзой, елью и их сочетаниями. Травяной покров в таких участках обычно неморальнотравный, независимо от «вмещающего» их леса.

В травяном покрове присутствуют сныть (*Aegopodium podagraria* L.), звездчатка жестколистная (*Stellaria holostea* L.), сочевичник (*Orobus vernus* L.), копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), адокса мускусная (*Adoxa moschatellina* L.), ветреница лютичная (*Anemone ranunculoides* L.), зеленчук жёлтый (*Galeobdolon luteum* Huds.), вороний глаз (*Paris quadrifolia* L.), перловник поникающий (*Melica nutans* L.), фиалка удивительная (*Viola mirabilis* L.), дремлик широколистный (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz), гнездовка птичья (*Neottia nidus-avis* (L.) Rich.), лютик кашубский (*Ranunculus cassubicus* L.).

Участки широколиственных, мелколиственно-еловых и елово-берёзово осиновых лесов, приуроченные к сырым местообитаниям вблизи водотоков, имеют ещё более богатый набор видов, включая высокотравье, например аконит северный (*Aconitum septentrionale* Koelle), крапиву (*Urtica dioica* L.), таволгу вязолистную (*Filipendula ulmaria* L.), дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.). В таких местах изредка попадаются небольшие участки вязовников, образованных вязом голым (*Ulmus glabra* Huds.) и вязом гладким (*Ulmus laevis* Pall.).

Черноольшаники встречаются в широких долинообразных понижениях. Представлены варианты с различным травяным покровом, от бореально-неморальнотравного, до крапивного и тростниково-осокового и таволгового. Из охраняемых видов в черноольшаниках и их окрайках отмечены манник литовский (*Glyceria lithuanica* (Gorski) Gorski), пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo). При обследовании заказника в 1996 г. в черноольшанике была встречена княженика (*Rubus arcticus* L.; фото 2).

Сфагновые сосняки занимают неглубокие переувлажнённые понижения. В подросте нередко присутствует берёза, иногда – подрост ели. Кустарниковый ярус представлен слабо, обычно видами ивы (*Salix* spp.) и иногда можжевельником (*Juniperus communis* L.). Моховой покров почти сплошной, образован видами сфагнума (*Sphagnum* spp.). Травяной покров образован главным образом черникой (*Vaccinium myrtillis* L.), брусникой (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубикой (*Vaccinium uliginosum* L.), с присутствием других видов, например, осока пальчатая (*Carex digitata* L.), осока шаровидная (*Carex globularis* L.), и бореальным мелкотравьем, таким как седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* L.). Из охраняемых видов в таких местах встречается пальчатокоренник пятнистый (*Dactyloriza maculata* (Druce) Soo). Попадаются и сильно переувлажнённые варианты, где встречаются болотные и водолюбивые виды – пушица (*Eripohorum vaginatum* L.), белокрыльник (*Calla palustris* L.), вахта трехлистная (*Menyanthes*

trifoliata L.), тростник (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.).

В заказнике имеется болото, представляющее собой большой массив пушицево-сфагнового сосняка. В центре массива высота сосен 3-5 м, к краям она возрастает до 15-20 м. Моховой покров – из видов рода сфагнум (*Sphagnum* spp.). В травяном покрове заметную роль играют пушица (*Eripohorum vaginatum* L.), багульник (*Ledum palustre*), хамедафна (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), осока шаровидная (*Carex globularis* L.), осока носатая (*Carex rostrata* Stokes), осока волосистоплодная (*Carex lasiocarpa* Ehrh.), клюква болотная (*Vaccimium oxycoccos* L.), подбел мнологистный (*Andromeda polifolia* L.). Окрайка этого болота представляет собой сочетание сырых берёзово-сосновых и берёзово-еловых лесов с ивами (*Salix* spp.) в кустарниковом ярусе. В этих сообществах встречается кизляк кистецветный (*Naumburgia thyrsiflora* (L.) Rchb.), виды осоки (*Carex* spp.), белокрыльник (*Calla palustris* L.), вахта трёхлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), тростник (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), хвощ речной (*Equisetum fluviatile* L.), фиалка болотная (*Viola palustris* L.).

Фото 2. При обследовании заказника в 1996 г. в черноольшанике была встречена княженика (*Rubus arcticus* L.), занесённая в Красную книгу Московской области (2018; фото Д.Б. Кольцова). **Photo 2.** During the nature reserve examination in 1996, a Red Book listed *Rubus arcticus* L. was found in a black alder forest (Красная книга Московской области, 2018; photo by D.B. Koltsov).

Некоторые переувлажнённые участки заняты сероольшаниками с берёзой. В таких местах присутствуют болотные и сыролюбивые виды – крапива (*Urtica dioica* L.), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* L.), телиптерис болотный (*Thelypteris palustris* Schott), виды осоки (*Carex* spp.), фиалка болотная (*Viola palustris* L.).

Лесные культуры (посадки ели) присутствуют на месте вырубок 1960-1970-х годов. Это сомкнутые, густые ельники, как правило, мертвопокровные или моховые (зеленомошные в сочетании со сфагновыми участками).

Некоторые заброшенные луга в центре заказника к настоящему моменту заросли березняком возрастом около 40 лет. Травяной покров, состоящий из лесного мелкотравья, унаследовал и некоторые луговые виды, такие как колокольчик раскидистый (*Campanula patula* L.), нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare* Lam.), манжетка (*Alchemilla vulgris* L.), овсик извилистый (*Lerchenfeldia flexuosa* (L.) Schur).

Луга в центре заказника, не заросшие лесом – низко- и среднетравные, злаково-разнотраные. Травяной покров образован пырейником собачим (*Elymus caninus* (L.) L.), вейниками (*Calamagrostis* spp.), манжеткой (*Alchemilla vulgaris* L.), мятликом луговым (*Poa pratensis* L.), короставником полевым (*Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult.), колокольчиком раскидистым (*Campanula patula* L.), нивяником обыкновенным (*Leucanthemum vulgare* Lam.), купальницей европейской (*Trollius europaeus* L.) и другими луговыми видами. Из древесных пород на лугах встречаются ивы (*Salix caprea* L. и *Salix aurita* L.), берёза (*Betula pubescens* Ehrh).

Луга под ЛЭП разнообразны по травяному покрову и увлажнённости. Частично заросли кустарником (главным образом ивы – *Salix* spp.). Присутствуют виды ситников (*Juncus* spp.), осок (*Carex* spp.), вейника (*Calamagrostis* spp.), лютика (*Ranunculus* spp.). В сырых местах встречается камыш лесной (*Scirpus sylvaticus* L.) и рогоз (*Typha latifolia* L.). Разнотравье представлено купальницей европейской (*Trollius europaeus* L.), купырем лесным (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), видами колокольчика (*Campanula* spp.), гвоздикой травянкой (*Dianthus deltoides* L.), короставником полевым (*Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult.) и т.п. На лугах под ЛЭП встречаются орхидные, в том числе охраняемые: пальчатокоренник балтийский (*Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova), пальчатокоренник мясо-красный (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó), пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soó), а также любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) L.C. Rich.).

В составе всех сообществ заказника наблюдается весьма незначительное участие рудеральных видов растительности, что свидетельствует о слабой нарушенности произрастающих здесь лесов.

На территории заказника отмечено 258 видов растений:

1. Багульник болотный – *Ledum palustre* L.
2. Бедренец камнеломковый – *Pimpinella saxifraga* L.
3. Белозор болотный – *Parnassia palustris* L.
4. Белокопытник гибридный – *Petasites hybridus* (L.) Gaertn., B. Mey. & Scherb.
5. Белокрыльник болотный – *Calla palustris* L.
6. Берёза повислая – *Betula pendula* Roth
7. Берёза пушистая – *Betula pubescens* Ehrh.
8. Бересклет бородавчатый – *Euonymus verrucosa* Scop.
9. Бодяк болотный – *Cirsium palustre* (L.) Scop.
10. Бодяк овощной – *Cirsium oleraceum* (L.) Scop.
11. Бодяк полевой – *Cirsium arvense* (L.) Scop.
12. Бодяк разнолистный – *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill
13. Болотница болотная – *Eleocharis palustris* (L.) R. Br.
14. Болотный мирт обыкновенный – *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench
15. Бор развесистый – *Milium effusum* L.
16. Борец северный – *Aconitum septentrionale* Koelle
17. Бородавник обыкновенный – *Lapsana communis* L.
18. Борщевик сибирский – *Heracleum sibiricum* L.

19. Брусника – *Vaccinium vitis-idaea* L.
20. Будра плющевидная – *Glechoma hederacea* L.
21. Валериана лекарственная – *Valeriana officinalis* L.
22. Василёк луговой – *Centaurea jacea* L.
23. Василистник блестящий – *Thalictrum lucidum* L.
24. Василистник водосборолистный – *Thalictrum aquilegiifolium* L.
25. Василистник простой – *Thalictrum simplex* L.
26. Вахта трёхлистная – *Menyanthes trifoliata* L.
27. Вейник наземный – *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth
28. Вейник незамеченный – *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) G. Gaertn., B. Mey. et Scherb.
29. Вейник седеющий – *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth
30. Вейник тростниковидный – *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth
31. Вербейник монетчатый – *Lysimachia nummularia* L.
32. Вербейник обыкновенный – *Lysimachia vulgaris* L.
33. Вероника длиннолистная – *Veronica longifolia* L.
34. Вероника дубравная – *Veronica chamaedrys* L.
35. Вероника лекарственная – *Veronica officinalis* L.
36. Вех ядовитый – *Cicuta virosa* L.
37. Водокрас лягушачий – *Hydrocharis morsus-ranae* L.
38. Волчеягодник обыкновенный – *Daphne mezereum* L.
39. Воронец колосистый – *Actaea spicata* L.
40. Воронец красноплодный – *Actaea erythrocarpa* (Fisch.) Freyn
41. Вороний глаз четырёхлистный – *Paris quadrifolia* L.
42. Вяз гладкий – *Ulmus laevis* Pallas
43. Вяз голый – *Ulmus glabra* Hudson
44. Гвоздика травянка – *Dianthus deltoides* L.
45. Герань болотная – *Geranium palustre* L.
46. Герань Роберта – *Geranium robertianum* L.
47. Гнездовка настоящая – *Neottia nidus-avis* (L.) Rich.,
48. Голокучник Линнея – *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm.
49. Голубика – *Vaccinium uliginosum* L.
50. Горец перечный – *Polygonum hydropiper* L.
51. Горец птичий – *Polygonum aviculare* L.
52. Горицвет кукушкин цвет – *Coronaria flos-cuculi* (L.) R. Br.
53. Горошек заборный – *Vicia sepium* L.
54. Горошек мышиный – *Vicia cracca* L.
55. Гравилат городской – *Geum urbanum* L.
56. Гравилат речной – *Geum rivale* L.
57. Грушанка круглолистая – *Pyrola rotundifolia* L.
58. Грушанка малая – *Pyrola minor* L.
59. Двукисточник тростниковидный – *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert
60. Дербенник иволистный – *Lythrum salicaria* L.
61. Дремлик широколистный – *Epipactis helleborine* (L.) Crantz
62. Дуб черешчатый – *Quercus robur* L.
63. Дудник лесной – *Angelica sylvestris* L.
64. Душистый колосок обыкновенный – *Anthoxanthum odoratum* L.
65. Ежа сборная – *Dactylis glomerata* L.
66. Ель высокая – *Picea abies* (L.) H. Karst.
67. Живучка ползучая – *Ajuga reptans* L.

68. Жимолость обыкновенная – *Lonicera xylosteum* L.
69. Жерушник болотный – *Rorippa palustris* (L.) Bess.
70. Звёздчатка болотная – *Stellaria palustris* Ehrh. ex Hoffm.
71. Звёздчатка длиннолистная – *Stellaria longifolia* Muehl. ex Willd.
72. Звёздчатка дубравная – *Stellaria nemorum* L.
73. Звёздчатка жестколистная – *Stellaria holostea* L.
74. Звёздчатка злаковая – *Stellaria graminea* L.
75. Зверобой продырявленный – *Hypericum perforatum* L.
76. Зверобой пятнистый – *Hypericum maculatum* Crantz
77. Зеленчук желтый – *Galeobdolon luteum* Huds.
78. Земляника обыкновенная – *Fragaria vesca* L.
79. Золотарник обыкновенная – *Solidago virgaurea* L.
80. Зубровка душистая – *Hierochloë odorata* (L.) Wahlenb.
81. Зюзник европейский – *Lycopus europaeus* L.
82. Ива белая – *Salix alba* L.
83. Ива козья – *Salix caprea* L.
84. Ива лапландская – *Salix lapponum* L.
85. Ива ломкая – *Salix fragilis* L.
86. Ива пятитычиночная – *Salix pentandra* L.
87. Ива трёхтычиночная – *Salix triandra* L.
88. Ива ушастая – *Salix aurita* L.
89. Иван-чай узколистный – *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.
90. Калина обыкновенная – *Viburnum opulus* L.
91. Калужница болотная – *Caltha palustris* L.
92. Камыш лесной – *Scirpus sylvaticus* L.
93. Кизляк кистецветный – *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Rchb.
94. Кипрей болотный – *Epilobium palustre* L.
95. Кипрей горный – *Epilobium montanum* L.
96. Кислица обыкновенная – *Oxalis acetosella* L.
97. Клевер гибридный – *Trifolium hybridum* L.
98. Клевер луговой – *Trifolium pratense* L.
99. Клевер ползучий – *Trifolium repens* L.
100. Клевер средний – *Trifolium medium* L.
101. Клен остролистный – *Acer platanoides* L.
102. Клюква болотная – *Oxycoccus palustris* Pers.
103. Княженика – *Rubus arcticus* L. (фото 2).
104. Колокольчик раскидистый – *Campanula patula* L.
105. Колокольчик скученный – *Campanula glomerata* L.
106. Копытень европейский – *Asarum europaeum* L.
107. Короставник полевой – *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult.
108. Костяника – *Rubus saxatilis* L.
109. Кочедыжник женский – *Athyrium filix-femina* (L.) Roth
110. Крапива двудомная – *Urtica dioica* L.
111. Крушина ломкая – *Frangula alnus* Mill.
112. Купальница европейская – *Trollius europaeus* L.
113. Купырь лесной – *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.
114. Ладьян трёхраздельный – *Corallorhiza trifida* Châtel.
115. Ландыш майский – *Convallaria majalis* L.
116. Лапчатка гусиная – *Potentilla anserina* L.

117. Лапчатка промежуточная – *Potentilla intermedia* L.
118. Лапчатка прямостоячая – *Potentilla erecta* (L.) Raeusch.
119. Лещина обыкновенная – *Corylus avellana* L.
120. Линнея северная – *Linnaea borealis* L.
121. Липа мелколистная – *Tilia cordata* Mill.
122. Лисохвост равный – *Alopecurus aequalis* Sobol.
123. Лиственница обыкновенная – *Larix decidua* Mill.
124. Лопух паутинистый – *Arctium tomentosum* Mill.
125. Любка двулистная – *Platanthera bifolia* (L.) L.C. Rich.
126. Лютик едкий – *Ranunculus acris* L.
127. Лютик жгучий – *Ranunculus flammula* L.
128. Лютик кашубский – *Ranunculus cassubicus* L.
129. Лютик ползучий – *Ranunculus repens* L.
130. Лютик ядовитый – *Ranunculus sceleratus* L.
131. Лютик языколистный – *Ranunculus lingua* L.
132. Майник двулистный – *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt
133. Малина обыкновенная – *Rubus idaeus* L.
134. Манжетка обыкновенная – *Alchemilla vulgaris* (L.) Frohner
135. Манник плавающий – *Glyceria fluitans* (L.) R. Br.
136. Манник литовский – *Glyceria lithuanica* (Gorski) Gorski
137. Марьянник дубравный – *Melampyrum nemorosum* L.
138. Марьянник луговой – *Melampyrum pratense* L.
139. Мать-и-мачеха обыкновенная – *Tussilago farfara* L.
140. Медуница темная – *Pulmonaria obscura* Dumort.
141. Можжевельник обыкновенный – *Juniperus communis* L.
142. Мягковолосник водный – *Myosoton aquaticum* (L.) Moench
143. Мята полевая – *Mentha arvensis* L.
144. Мятлик болотный – *Poa palustris* L.
145. Мятлик луговой – *Poa pratensis* L.
146. Недотрога обыкновенная – *Impatiens noli-tangere* L.
147. Незабудка болотная – *Myosotis palustris* (L.) L.
148. Нивяник обыкновенный – *Leucanthemum vulgare* Lam.
149. Норичник шишковатый – *Scrophularia nodosa* L.
150. Овсик извилистый – *Lerchenfeldia flexuosa* (L.) Schur
151. Овсяница луговая – *Festuca pratensis* Huds.
152. Ожика волосистая – *Luzula pilosa* (L.) Willd.
153. Ольха клейкая – *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.
154. Ольха серая – *Alnus incana* (L.) Moench
155. Орляк обыкновенный – *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn
156. Ортилия однобокая – *Orthilia secunda* (L.) House
157. Осина – *Populus tremula* L.
158. Осока бледноватая – *Carex pallescens* L.
159. Осока буроватая – *Carex brunnescens* (Pers.) Poir.
160. Осока вздутая – *Carex rostrata* Stokes
161. Осока волосистоплодная – *Carex lasiocarpa* Ehrh.
162. Осока дернистая – *Carex caespitosa* L.
163. Осока жёлтая – *Carex flava* L.
164. Осока заячья – *Carex leporina* L.
165. Осока лесная – *Carex sylvatica* Huds.

166. Осока ложносытевая – *Carex pseudocyperus* L.
167. Осока острая – *Carex acuta* L.
168. Осока пальчатая – *Carex digitata* L.
169. Осока пузырчатая – *Carex vesicaria* L.
170. Осока соседняя – *Carex contigua* Hoppe
171. Осока удлиненная – *Carex elongata* L.
172. Осока чёрная – *Carex nigra* (L.) Reichard
173. Пальчатокоренник балтийский – *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova
174. Пальчатокоренник мясо-красный – *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó
175. Пальчатокоренник пятнистый – *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó
176. Пальчатокоренник Фукса – *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó
177. Паслен сладко-горький – *Solanum dulcamara* L.
178. Перловник поникающий – *Melica nutans* L.
179. Пикульник красивый – *Galeopsis speciosa* Mill
180. Плаун годичный – *Lycopodium annotinum* L.
181. Погремок весенний – *Rhinanthus vernalis* (N.W. Zinger) Schischk. & Serg.
182. Подбел обыкновенный – *Andromeda polifolia* L.
183. Подмаренник болотный – *Galium palustre* L.
184. Подмаренник мягкий – *Galium mollugo* L.
185. Подмаренник северный – *Galium boreale* L.
186. Подмаренник топяной – *Galium uliginosum* L.
187. Подорожник большой – *Plantago major* L.
188. Подорожник средний – *Plantago media* L.
189. Подъельник обыкновенный – *Monotropa hypopitys* L.
190. Полевица побегоносная – *Agrostis stolonifera* L.
191. Полевица собачья – *Agrostis canina* L.
192. Полынь обыкновенная – *Artemisia vulgaris* L.
193. Пролестник многолетний – *Mercurialis perennis* L.
194. Проломник нитевидный – *Androsace filiformis* Retz.
195. Пушица влагалищная – *Eriophorum vaginatum* L.
196. Пушица многоколосковая – *Eriophorum angustifolium* Honck.
197. Пырейник собачий – *Elymus caninus* (L.) L.
198. Репешок обыкновенный – *Agrimonia eupatoria* L.
199. Рогоз широколистный – *Typha latifolia* L.
200. Рябина обыкновенная – *Sorbus aucuparia* L.
201. Сабельник болотный – *Comarum palustre* L.
202. Седмичник европейский – *Trientalis europaea* L.
203. Селезёночник очерёднолистный – *Chrysosplenium alternifolium* L.
204. Синюха голубая – *Polemonium coeruleum* L.
205. Ситник жабий – *Juncus bufonius* L.
206. Ситник нитевидный – *Juncus filiformis* L.
207. Ситник развесистый – *Juncus effusus* L.
208. Ситник сжатый – *Juncus compressus* Jacq.
209. Ситник скученный – *Juncus conglomeratus* L.
210. Ситник тонкий – *Juncus tenuis* Willd.
211. Ситник членистый – *Juncus articulatus* L.
212. Смолевка белая – *Silene alba* (Mill.) E.H.L. Krause
213. Смородина красная – *Ribes rubrum* L.
214. Смородина чёрная – *Ribes nigrum* L.

215. Сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris* L.
216. Сушеница топяная – *Gnaphalium uliginosum* L.
217. Таволга вязолистная – *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.
218. Телиптерис болотный – *Thelypteris palustris* Schott
219. Тимофеевка луговая – *Phleum pratense* L.
220. Тиселинум болотный – *Thysselinum palustre* (L.) Hoffm.
221. Тмин обыкновенный – *Carum carvi* L.
222. Трёхреберник непахучий – *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.
223. Тростник южный – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.
224. Тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium* L.
225. Фегоптерис связывающий – *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt
226. Фиалка болотная– *Viola palustris* L.
227. Фиалка собачья – *Viola canina* L.
228. Хвощ болотный – *Equisetum palustre* L.
229. Хвощ зимующий – *Equisetum hyemale* L.
230. Хвощ лесной – *Equisetum sylvaticum* L.
231. Хвощ луговой – *Equisetum pratense* Ehrh.
232. Хвощ полевой – *Equisetum arvense* L.
233. Хвощ речной – *Equisetum fluviatile* L.
234. Хмель вьющийся – *Humulus lupulus* L.
235. Частуха подорожниковая – *Alisma plantago-aquatica* L.
236. Черёмуха обыкновенная – *Padus avium* Mill.
237. Черника – *Vaccinium myrtillus* L.
238. Черноголовка обыкновенная – *Prunella vulgaris* L.
239. Чина весенняя – *Lathyrus vernus* (L.) Bernh.
240. Чина лесная – *Lathyrus sylvestris* L.
241. Чина луговая – *Lathyrus pratensis* L.
242. Чистец болотный – *Stachys palustris* L.
243. Чистец лесной – *Stachys sylvatica* L.
244. Чистяк весенний – *Ficaria verna* Huds.
245. Шиповник майский – *Rosa majalis* Herrm.
246. Шлемник обыкновенный – *Scutellaria galericulata* L.
247. Щавель водный – *Rumex aquaticus* L.
248. Щавель густой – *Rumex confertus* Willd.
249. Щавель кислый – *Rumex acetosa* L.
250. Щавель курчавый – *Rumex crispus* L.
251. Щавель пирамидальный – *Rumex thyrsiflorus* Fingerh.
252. Щитовник мужской – *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott
253. Щитовник распростертый – *Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkins et Germy
254. Щитовник картузианский – *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs
255. Щучка дернистая – *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.
256. Яблоня лесная – *Malus sylvestris* (L.) Mill.
257. Ястребинка зонтичная – *Hieracium umbellatum* L.
258. Некера перистая *Neckera pennata* Hedw.

Животный мир

Фауна позвоночных животных обследованной территории отличается высоким видовым разнообразием и репрезентативностью для хвойно-мелколиственных и смешанных лесов и

торфяных болот Верхневолжской низменности в пределах Московской области. Отмечен ряд редких и охраняемых видов животных. Практически полное отсутствие в животном населении синантропных видов свидетельствует о высокой степени сохранности и целостности природного комплекса.

Всего на обследованной территории отмечено обитание 106 видов позвоночных животных, в том числе 2 видов рыб (золотого карася *Carassius gibelio* Bloch и ротана *Perccottus glenii* Dybowski.), 5 видов амфибий, 4 видов рептилий, 75 видов птиц и 20 видов млекопитающих (без учёта мелких млекопитающих и рукокрылых).

Основу фаунистического комплекса птиц составляют виды, характерные для хвойных, хвойно-мелколиственных и смешанных лесов Нечерноземного центра России. Доминируют виды, экологически связанные с древесно-кустарниковой растительностью (90%). Доля синантропных видов составляет 4%, большинство встреч этих видов относятся к краевым частям заказника.

Список видов птиц, отмеченных на территории заказника

Таблица 1. Виды птиц заказника «Темповский», их статус пребывания и численность.
Table 1. Bird species of “Tempovsky” nature reserve, their status of inhabitation and amount.

№	Виды птиц	Краткая характеристика пребывания и численности
1.	Обыкновенный осоед *Pernis apivorus* (Linnaeus, 1758)	На территории обитает 2-3 пары
2.	Чёрный коршун *Milvus migrans* (Boddaert, 1783)	На территории обитает 1-2 пары
3.	Болотный лунь *Circus aeruginosus* (Linnaeus, 1758)	На территории обитает 1-2 пары
4.	Канюк *Buteo buteo* (Linnaeus, 1758)	Гнездится 1-2 пары
5.	Чеглок *Falco subbuteo* Linnaeus, 1758	Гнездится 1 пара
6.	Дербник *Falco columbarius* Linnaeus, 1758	Отмечена одна птица
7.	Тетерев *Lyrurus tetrix* (Linnaeus, 1758)	Обычен
8.	Глухарь *Tetrao urogallus* Linnaeus, 1758	Нередок
9.	Рябчик *Tetrastes bonasia* (Linnaeus, 1758)	Обычен
10.	Коростель *Crex crex* (Linnaeus, 1758)	Гнездится несколько пар по лугам, окружающим заказник
11.	Черныш *Tringa ochropus* Linnaeus, 1758	Гнездится не менее 5 пар
12.	Бекас *Gallinago gallinago* (Linnaeus, 1758)	Обычен
13.	Вальдшнеп *Scolopax rusticola* Linnaeus, 1758	Обычен
14.	Сизая чайка *Larus canus* Linnaeus, 1758	Кормится на реке Дубне, над территорией заказника пролетает
15.	Вяхирь *Columba palumbus* Linnaeus, 1758	Обычен
16.	Обыкновенная горлица *Streptopelia turtur* (Linnaeus, 1758)	Отмечена несколько раз в западной части заказника
17.	Обыкновенная кукушка *Cuculus canorus* Linnaeus, 1758	Обычна
18.	Мохноногий сыч Aegolius funereus (Linnaeus, 1758)	Гнездится

Продолжение таблицы 1.

№	Виды птиц	Краткая характеристика пребывания и численности
19.	Воробьиный сычик *Glaucidium passerinum* (Linnaeus, 1758)	Гнездится
20.	Длиннохвостая неясыть *Strix uralensis* Pallas, 1771	Гнездится 1-2 пары
21.	Чёрный стриж *Apus apus* (Linnaeus, 1758)	Обычен
22.	Седой дятел *Picus canus* J.F. Gmelin, 1788	Редок. Гнездится
23.	Желна *Dryocopus martius* (Linnaeus, 1758)	Обычна
24.	Большой пёстрый дятел *Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758)	Обычен
25.	Белоспинный дятел *Dendrocopos leucotos* (Bechstein, 1803)	Редок. Гнездится.
26.	Малый пёстрый дятел *Dendrocopos minor* (Linnaeus, 1758)	Редок. Гнездится
27.	Деревенская ласточка *Hirundo rustica* Linnaeus, 1758	Нередка. Гнездится в населённых пунктах, на территории заказника кормится
28.	Лесной конёк *Anthus trivialis* (Linnaeus, 1758)	Обычен
29.	Обыкновенный жулан *Lanius collurio* Linnaeus, 1758	Нередок
30.	Обыкновенная иволга *Oriolus oriolus* (Linnaeus, 1758)	Нередка
31.	Обыкновенный скворец *Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758	Обычен в окр. населённых пунктов
32.	Сойка *Garrulus glandarius* (Linnaeus, 1758)	Редка
33.	Кедровка *Nucifraga caryocatactes* (Linnaeus, 1758)	Редка. Встречена в западной части заказника
34.	Сорока *Pica pica* (Linnaeus, 1758)	Нередка по окраинам территории у населённых пунктов
35.	Серая ворона *Corvus (corone) cornix* Linnaeus, 1758	Гнездится 1-2 пары
36.	Ворон *Corvus corax* Linnaeus, 1758	Гнездится 1-2 пары
37.	Крапивник *Troglodytes troglodytes* (Linnaeus, 1758)	Обычен
38.	Лесная завирушка *Prunella modularis* (Linnaeus, 1758)	Нередка
39.	Речной сверчок *Locustella fluviatilis* (Wolf, 1810)	Редок
40.	Садовая камышевка *Acrocephalus dumetorum* Blyth, 1849	Нередка
41.	Болотная камышевка *Acrocephalus palustris* (Bechstein, 1798)	Нередка
42.	Зелёная пересмешка *Hippolais icterina* (Vieillot, 1817).	Нередка

Продолжение таблицы 1.

№	Виды птиц	Краткая характеристика пребывания и численности
43.	Славка-черноголовка *Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758)	Нередка
44.	Садовая славка *Sylvia borin* (Boddaert, 1783)	Нередка
45.	Серая славка *Sylvia communis* Latham, 1787	Обычна
46.	Пеночка-весничка *Phylloscopus trochilus* (Linnaeus, 1758)	Обычна
47.	Пеночка-теньковка *Phylloscopus collybita* (Vieillot, 1817)	Обычна
48.	Пеночка-трещотка *Phylloscopus sibilatrix* (Bechstein, 1793)	Нередка
49.	Зелёная пеночка *Phylloscopus trochiloides* (Sundevall, 1837)	Обычна
50.	Желтоголовый королёк *Regulus regulus* (Linnaeus, 1758)	Обычна
51.	Мухоловка-пеструшка *Ficedula hypoleuca* (Pallas, 1764)	Обычна.
52.	Малая мухоловка *Ficedula (parva) parva* (Bechstein, 1794)	Нередка.
53.	Серая мухоловка *Muscicapa striata* (Pallas, 1764)	Нередка
54.	Луговой чекан *Saxicola rubetra* (Linnaeus, 1758)	Нередок на лугах вокруг территории заказника
55.	Зарянка *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758)	Обычна
56.	Обыкновенный соловей *Luscinia luscinia* (Linnaeus, 1758)	Обычен
57.	Рябинник *Turdus pilaris* Linnaeus, 1758	Многочисленен. Гнездится. Встречается на пролёте
58.	Чёрный дрозд *Turdus merula* Linnaeus, 1758	Нередок
59.	Белобровик *Turdus iliacus* Linnaeus, 1766	Нередок
60.	Певчий дрозд *Turdus philomelos* C.L. Brehm, 1831	Нередок
61.	Ополовник *Aegithalos caudatus* (Linnaeus, 1758)	Нередок
62.	Пухляк *Parus montanus* Baldenstein, 1827	Обычен
63.	Хохлатая синица *Parus cristatus* Linnaeus, 1758	Обычна
64.	Московка *Parus ater* Linnaeus, 1758	Нередка
65.	Лазоревка *Parus caeruleus* Linnaeus, 1758	Редка
66.	Большая синица *Parus major* Linnaeus, 1758	Обычна
67.	Обыкновенный поползень *Sitta europaea* Linnaeus, 1758	Редок
68.	Обыкновенная пищуха *Certhia familiaris* Linnaeus, 1758	Редка
69.	Зяблик *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758	Многочисленен
70.	Юрок *Fringilla montifringilla* Linnaeus, 1758	Отмечен поющий самец
71.	Чиж *Spinus spinus* (Linnaeus, 1758)	Нередок
72.	Обыкновенная чечевица *Carpodacus erythrinus* (Pallas, 1770).	Обычна
73.	Клёст-еловик *Loxia curvirostra* Linnaeus, 1758	Редок
74.	Обыкновенный снегирь *Pyrrhula pyrrhula* (Linnaeus, 1758)	Редок
75.	Обыкновенная овсянка *Emberiza citrinella* Linnaeus, 1758	Обычна

Список видов млекопитающих
(без учёта землеройковых, рукокрылых и мышевидных грызунов)

1. Обыкновенный ёж – *Erinaceus europaeus* Linnaeus 1758 встречается по всей территории.
2. Европейский крот – *Talpa europaea* Linnaeus 1758 встречается по всей территории.
3. Заяц-русак – *Lepus europaeus* Pallas, 1778 встречается по мелколесьям и на полях, примыкающих к территории заказника.
4. Заяц-беляк – *Lepus timidus* Linnaeus,1758 встречается по всей территории.
5. Обыкновенная белка – *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758 встречается по всей территории.
6. Обыкновенный бобр – *Castor fiber* Linnaeus, 1758; плотины и иные следы жизнедеятельности отмечены по некоторым осушительным канавам.
7. Ондатра – *Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766; следы жизнедеятельности отмечены у некоторых водоёмов в западной части территории.
8. Енотовидная собака – *Nyctereutes procyonoides* Gray, 1834 встречается по всей территории.
9. Обыкновенная лисица – *Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758 встречается по всей территории.
10. Бурый медведь – *Ursus arctos* Linnaeus, 1758; следы ежегодно по опросам сотрудников охотхозяйства встречаются по всей территории; не размножается, на территории является проходным.
11. Лесная куница – *Martes martes* Linnaeus, 1758 встречается по всей территории.
12. Ласка – *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766 отмечена в западной части заказника.
13. Горностай – *Mustela erminea* Linnaeus, 1758 отмечен в периферических частях заказника, вблизи дорог.
14. Лесной хорь – *Mustela putorius* Linnaeus, 1758; следы и встречи по опросам сотрудников охотхозяйства есть по всей территории.
15. Американская норка – *Neovison vison* Schreber, 1777 встречается около канав лесоосушения.
16. Речная выдра – *Lutra lutra* Linnaeus, 1758; по опросам сотрудников охотхозяйства заходит из канала им. Москвы.
17. Обыкновенная рысь – *Lynx lynx* Linnaeus, 1758; следы и визуальные встречи по опросам сотрудников охотхозяйства были в лесах у д. Кутачи; обитают 1-2 пары, размножается.
18. Кабан – *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 обычен, встречается по всей территории.
19. Европейская косуля – *Capreolus capreolus* L. редка; на территории проектируемого заказника по опросам директора охотхозяйства «Динамо» встречается в окр. СНТ «Ольховик».
20. Лось – *Alces alces* Linnaeus, 1758 встречается по всей территории.

Список видов амфибий

1. Прудовая лягушка – *Rana lessonae* Camerano, 1882 обычна в водоёмах.
2. Озёрная лягушка – *Rana ridibunda* Pallas, 1771 обычна в водоёмах.
3. Травяная лягушка – *Rana temporaria* Linne, 1758 обычна.
4. Остромордая лягушка – *Rana arvalis* Nilsson, 1842 обычна.
5. Серая жаба – *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) редка.

Список видов рептилий

1. Живородящая ящерица – *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787) обычна.
2. Веретеница – *Anguis fragilis* (Linnaeus, 1758) очень редка.
3. Обыкновенный уж – *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) редок.
4. Обыкновенная гадюка – *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) редка.

Насекомые

Коромысло камышовое *Aeshna juncea* (Linnaeus, 1758) – редкий вид, встречен на просеке вдоль ЛЭП в западной части заказника.

Объекты особой охраны

По результатам комплексного экологического обследования на территории заказника «Темповский» выделены следующие особо охраняемые природные комплексы и объекты.

Охраняемые экосистемы: еловые, широколиственно-еловые, и елово-мелколиственные леса, чистые сфагновые сосняки, верховые болота, низинные болота (черноольшаники, болотные березняки и сероольшаники), участки чисто широколиственных лесов, преимущественно липняки, иногда с клёном (фото. 3), а также небольшие по площади вязовники.

Фото 3. Участки широколиственных лесов (фото Д.Б. Кольцова).
Photo 3. Area of broadleaved forests (photo by D.B. Koltsov).

Места произрастания и обитания охраняемых в Московской области, а также иных редких и уязвимых видов живых организмов, зафиксированных на территории заказника и перечислены ниже.

- Охраняемые в Московской области, а также иные редкие и уязвимые виды растений:

– 1 вид занесён в Красную книгу РФ: пальчатокоренник балтийский;

– 6 видов занесены в Красную книгу Московской области (2018): княженика (поляника), пальчатокоренник пятнистый, ладьян трёхраздельный, пальчатокоренник балтийский (вид также занесён в Красную книгу РФ (2008)), манник литовский, некера перистая;

– 10 видов – редкие и уязвимые виды, не включенные в Красную книгу Московской области (2018), но нуждающийся на территории области в постоянном контроле и наблюдении: любка двулистная, пальчатокоренники Фукса и мясо-красный, дремлик широколистный, гнездовка настоящая, купальница европейская, волчеягодник обыкновенный, можжевельник обыкновенный, синюха голубая, лютик длиннолистный.

- Охраняемые в Московской области виды лишайников:

– 4 вида, занесённые в Красную книгу Московской области (2018): анаптихия реснитчатая (*Anaptychia ciliaris* (L.) Koerb.), уснея почти цветущая (*Usnea subfloridana* Stirt.), уснея жестковолосатая (*Usnea hirta* (L.) Wigg.), бриория буроватая (*Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.). Найдены и определены Е.Г. Сусловой.

- Охраняемые в Московской области вид грибов: ежовик коралловидный (*Hericium coralloides* (Scop.) Pers.).

- Охраняемые в Московской области виды животных:

– 12 видов, занесённых в Красную книгу Московской области (2018): обыкновенный осоед, чёрный коршун, дербник, длиннохвостая неясыть, кедровка, обыкновенная горлица, веретеница ломкая, обыкновенная гадюка, обыкновенный уж, бурый медведь, речная выдра, обыкновенная рысь.

– 10 видов – редкие и уязвимые виды, не включенные в Красную книгу Московской области (2018), но нуждающийся на территории области в постоянном контроле и наблюдении: тетерев, глухарь, мохноногий сыч, воробьиный сычик, белоспинный дятел, седой дятел, хохлатая синица, вьюрок, косуля европейская, коромысло камышовое.

Состояние территории и факторы негативного воздействия

Территория заказника представляет собой природный массив, имеющий высокую экологическую ценность для Московской области. Мало затронутые рубками и рекреацией леса образуют единый природный комплекс с близлежащими лесами Клинского и Талдомского городских округов, все они в совокупности составляют широкую водоохранную и санитарную зону для канала им. Москвы и р. Дубны.

Заказник обладает высоким биологическим разнообразием и имеет важное природоохранное значение: помимо комплекса фоновых для области видов животных и растений здесь сохранились места обитания и произрастания ряда редких и уязвимых видов. Территория характеризуется высокой мозаичностью лесных экосистем, многие из которых редки: сфагновые сосняки, верховые болота, липняки и вязовники.

Современное экологическое состояние территории проектируемого заказника оценивается как удовлетворительное.

Наиболее существенное воздействие на природные комплексы территории оказали рубки леса и осушительная лесомелиорация.

Леса проектируемого заказника по своему целевому назначению относятся к защитным. Талдомским лесхозом осуществляется хозяйственная деятельность, которую следует считать

традиционной для лесных угодий. Мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов проводятся в соответствии с их целевым назначением.

В последние годы в Подмосковье наблюдается отчуждение всё новых природных территорий под застройку. В окрестностях заказника новые дачные посёлки не появляются, так как имеющиеся сельскохозяйственные угодья используются, а строительство на территории Гослесфонда не проводится. Большинство дачных участков было освоено в 1980-х гг.

Особенности местности, включающей живописные сосновые и сосново-еловые леса с обилием грибов и ягод, а также соседство с рекой Дубной (0.3-1 км) и каналом им. Москвы (0.8-1.25 км) определяют значительный рекреационный потенциал территории. Рекреационная деятельность в настоящее время никак не регламентируется.

В заказнике нет проезжих лесных дорог, только в юго-западной части есть дороги, проезжие для квадроциклов. Сборщики грибов и ягод заходят в лес не более чем на 2 км, о чём косвенно свидетельствует протяжённость выраженных троп. Кострища и мусор на территории практически отсутствуют. Во многом это связано с близким расположением р. Дубны, на берегах которой много мест для рыбалки и отдыха.

Территория нового заказника относится к охотхозяйству общества «Динамо». Здесь осуществляется подкормка кабанов на подкормочных площадках. Ведётся охота на кабана и лося. Загонные охоты устраиваются по периферии заказника в окрестностях дд. Кутачи и Кривец, что связано с малодоступностью территории для въезда транспорта.

Часть территории утверждённого заказника относится к ценным историческим ландшафтам и имеет в своём составе археологические памятники.

В целом, на обследованной территории отмечены следующие основные источники современного негативного антропогенного воздействия на природные комплексы:

1) нарушение правил пожарной безопасности в лесах (неосторожное обращение с огнём);

2) езда на квадроциклах по территории заказника – фактор беспокойства для животных, нарушение почвенно-растительного покрова;

3) локальное захламление бытовыми отходами в краевых частях заказника, замусоривание территории.

Все указанные антропогенные факторы оказывают в настоящее время незначительное негативное воздействие на окружающую среду.

Среди основных прогнозируемых потенциальных угроз природному комплексу на обследованной территории наиболее вероятными являются следующие:

1) любое строительство вне существующих населённых пунктов, прокладка дорог и линий коммуникаций;
2) лесные и торфяные пожары;
3) любое изменение гидрологического режима территории, необоснованное с научной и природоохранной позиций;
4) интенсификация лесохозяйственной деятельности;
5) проникновение борщевика Сосновского в лесные и луговые экосистемы;
6) добыча нерудных полезных ископаемых, в том числе подземных вод;
7) возрастание рекреационного пресса.

Для поддержания экологического баланса территории исключительно важно сохранение целостности крупного лесного массива, почти целиком входящего в заказник.

Выводы

1. По результатам комплексного экологического обследования на территории заказника «Темповский» выделены следующие особо охраняемые природные комплексы и объекты:

А. Охраняемые экосистемы: еловые, широколиственно-еловые, и елово-мелколиственные леса, сфагновые сосняки, верховые болота, низинные болота (черноольшаники, болотные березняки и сероольшаники), участки широколиственных лесов (преимущественно липняки, иногда с клёном, а также небольшие по площади вязовники).

Б. Места произрастания и обитания охраняемых в Московской области, а также иных редких и уязвимых видов живых организмов, зафиксированных на территории заказника.

В. Охраняемые в Московской области виды растений, лишайников, грибов и животных.

2. Определён режим особой охраны.

А. Установлены допустимые виды деятельности:

- все виды лесопользования в лесных культурах;
- расчистка, разрубка квартальных просек и лесохозяйственных дорог;
- рубки прореживания и проходные в кв. 11-13, 17, 20, 24, 25, 31, 32, 41, 42, 44, 51, 53, 54 Танинского участкового лесничества;
- рубки реконструкции, обновления и переформирования в кв. 24, 31, 32, 41, 42, 44, 51, 53, 54 Танинского участкового лесничества;
- рубка с сохранением подроста в кв. 12, 13, 17, 20, 24, 25, 31, 32, 42, 44, 51, 53, 54 Танинского участкового лесничества;
- санитарно-оздоровительные мероприятия;
- санитарные рубки и уборка неликвидной древесины по состоянию насаждений по всей территории;
- необходимые противопожарные мероприятия;
- проведение необходимых технологических работ в полосе отвода ЛЭП;
- охота на общих основаниях;
- любительское и спортивное рыболовство;
- сбор грибов и ягод без применения приспособлений для механического сбора ягод;
- экопросветительские экскурсии;
- проведение научных исследований и мониторинга экосистем и природной среды.

Б. Установлены запрещенные виды деятельности:

- любое строительство и прокладка коммуникаций;
- проведение осушительных и обводнительных мелиоративных работ;
- рубки, кроме оговоренных в разделе допустимых видов деятельности;
- добыча нерудных полезных ископаемых, в том числе подземных вод;
- свалка мусора;
- въезд автотранспорта, квадроциклов, болотоходов на болота и в леса вне существующих лесных дорог;
- разведение костров и устройство туристских стоянок в пожароопасный период.

3. Определены мероприятия, необходимые для обеспечения функционирования ООПТ:

- оповещение всех заинтересованных организаций и лиц, в том числе местного населения, о режиме и границах заказника;
- контроль за соблюдением режима охраны заказника;
- установка информационных щитов по границе заказника;
- установка шлагбаумов в местах въезда на его территорию.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность Е.А. Ахатову, Г.В. Волчкову, В.В. Конторщикову, Н.Д. Кутузовой, Р.В. Кутузову, А.Н. Полякову, С.Ю. Розову, А.А. Смирнову, М.Г. Третьякову и Е.Г. Сусловой за помощь в сборе материалов, определении птиц, описании почвенных разрезов и образцов, картографировании и организации работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Апродов В.А., Апродова А.А. 1963. Движения земной коры и геологическое прошлое Подмосковья. М.: Изд-во Московского университета. 267 с.

Атлас «Московская область». 1976. М.: ГУГК. 40 с.

Атлас Менде. Карта Тверской губернии 1850 г. Масштабом 1 верста в одном Английском дюйме (в 1 см: 420 метров). 1850 [Электронный ресурс http://69kop.ru/download/kop-maps-tver/21-odinverst-mende-1853-tver (дата обращения 17.09.2019)].

Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. 2002 / Ред. Ю.С. Решетников. М.: Наука. Т. 1. 379 с.; Т. 2. 53 с.

Вестник Журавлиной родины. 2014. М.: Голос. Вып. 2. 206 с.

Волков Ю.В. 2011. Основные понятия территориальной охраны природы. Саратов. 33 с.

Геологическая история Подмосковья в коллекциях естественнонаучных музеев Российской академии наук. 2008 / Ред. И.А. Стародубцева, А.Г. Сенников, И.Л. Сорока и др. М.: Наука. 229 с.

Государственная программа «Экология и окружающая среда Подмосковья на 2014-2018 гг.». 2018. Правительство Московской области [Электронный ресурс https://mosreg.ru/seychas-v-rabote/gosudarstvennye-programmy/gosudarstvennaya-programma-moskovskoy-oblasti-ekologiya-i-okruzhayushchaya-sreda-podmoskovya-na-2014-2018-gody (дата обращения 19.10.2019)].

Даньшин Б.М. 1947. Геологическое строение и полезные ископаемые Москвы и её окрестностей (Пригородная зона). М.: Издательство Московского общества испытателей природы. 308 с.

Гринченко О.С., Любезнова Н.В., Щербаков А.В., Кольцов Д.Б., Хлебянкина Т.А. 2019. Комплексное экологическое обследование государственного природного заказника «Дубравна» (Московская область, Талдомский городской округ) // Экосистемы: экология и динамика. Т. 3. № 3. С. 143-186 [Электронный ресурс http://www.ecosystemsdynamic.ru (дата обращения 09.10.2019)].

Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. 2006. Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК. 256 с.

Красная книга Московской области. 3-е изд., доп. и перераб. 2018 / Ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.Б. Никитский, А.В. Свиридов. М.О.: ПФ «Верховье». 810 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). 2008 / Ред. Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК. 855 с.

Кузьменко Ю.Т. 1997. Кристаллический фундамент // Москва: геология и город. С. 44-48.

Кузьменко Ю.Т., Гаврюшина Е.А., Лаврович О.Н. 1997. Осадочный чехол // Москва: геология и город. С. 48-86.

Кузьмин С.Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. М.: Товарищество научных изданий КМК. 370 с.

Маевский П.Ф. 1964. Флора средней полосы европейской части СССР. 9-е изд., испр. и доп. / Ред. Б.К. Шишкин Л.: Колос. 880 с.

Методы исследований экологии наземных позвоночных животных: количественные учеты. 2005 / Ред. В.В. Романов, И.В. Мальцев. Владимир: Издательство Владимирского государственного университета. 79 с.

Москва и Московская область. 1999. Топографическая карта. Масштаб 1:200000. 3-е Изд. М.: Картографическая фабрика им. В.В. Дунаева. 4 л.

Новиков Г.А. 1949. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская наука. 283 с.

Определитель сосудистых растений центра европейской России. 1995. 2-е изд., доп. и перераб. / Ред. И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. М.: Аргус. 560 с.

Охраняемые природные территории планируют увеличить до 17% от общей площади Подмосковья. 2019 // Правительство Московской области. Новости [Электронный ресурс https://mosreg.ru/sobytiya/novosti/news-submoscow/okhranyaemye-prirodnye-territorii-planiruyut-uvelichit-do-17-obshei-ploshadi-podmoskovya (дата обращения 10.09.2019)].

Павлинов И.Я., Крускоп С.В., Варшавский А.А., Борисенко А.В. 2002. Наземные звери России. Справочник-определитель. М.: Товарищество научных изданий КМК. 298 с.

Постановление Правительства Московской области «Об утверждении Схемы развития и размещения особо охраняемых природных территорий в Московской области» от 11.02.2009 № 106/5 (с изменениями на 28 января 2019 года). 2019а. [Электронный ресурс http://docs.cntd.ru/document/895204165 (дата обращения 17.10.2019)].

Постановление Правительства Московской области от 01.10.2015 № 902/36 «Об утверждении положений об особо охраняемых природных территориях областного значения, расположенных в Сергиево-Посадском муниципальном районе Московской области**».** (В редакции Постановления Правительства Московской области от 20.09.2017 № 773/34). 2017 [Электронный ресурс https://www.lawmix.ru/zakonodatelstvo/445667 (дата обращения 17.10.2019)].

Постановление правительства Московской области от 06.09.2019 № 591/30 «Об организации государственного природного заказника областного значения «Дубравна». 2019б [Электронный ресурс https://mosreg.ru/dokumenty/normotvorchestvo/prinyato-pravitelstvom/postanovleniya-pmo/09-09-2019-17-27-03-postanovlenie-pravitelstva-moskovskoy-oblasti-ot (дата обращения 07.10.2019)].

Постановление правительства Московской области от 01.10.2019 № 669/33 «Об организации государственного природного заказника областного значения «Темповский». 2019в [Электронный ресурс https://mosreg.ru/dokumenty/normotvorchestvo/prinyato-pravitelstvom/postanovleniya-pmo/02-10-2019-17-42-54-postanovlenie-pravitelstva-moskovskoy-oblasti-ot (дата обращения 07.10.2019)].

Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. 1978. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль. 295 с.

Соболев Н.А. 1998. Особо охраняемые природные территории и охрана природы Подмосковья // 4-е научные чтения памяти Н.Ф. Реймерса. М.: Изд-во МНЭПУ. С. 26-56.

Сосудистые растения «Журавлиной родины». 2017 / Ред. А.В. Щербаков, Н.В. Любезнова, Ю.А. Насимович и др. М.: Галлея-Принт. 222 с.

Физическая карта Московской области. 2019 [Электронный ресурс http://www.etomesto.ru/map/base/77/atlas64mo02.jpg (дата обращения 17.08.2019)].

Флора европейской части СССР в 11 томах. 1974-1994. Л.: Наука. Т. 1. 404 с.; Т. 2. 236 с.; Т. 3. 259 с.; Т. 4. 355 с.; Т. 5. 380 с.; Т. 6. 254 с.; Т. 7. 317 с.; Т. 8. 412 с.

Ярошенко А.Ю., Кольцов Д.Б. 1990. Положение о государственном природном заказнике «Темповский». Дружина по охране природы биологического факультета МГУ. Рукопись. Хранится в библиотеке Биостанции дер. Дмитровка заказника «Журавлиная родина». 4 с.

Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy. 1996 // Nature and Environment. No. 74 [Электронный ресурс https://www.cbd.int/doc/nbsap/rbsap/peblds-rbsap.pdf (дата обращения 17.10.2019)].

COMPLEX ECOLOGICAL RESEARCH OF THE STATE NATURE RESERVE "TEMPOVSKY", MOSCOW REGION, TALDOMSKY URBAN DISTRICT

© 2019. O.S. Grinchenko*, D.B. Koltsov, A.A. Khromov***, N.V. Mokiyevsky******

**Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences*
Russia, 119333, Moscow, Gubkina Str., 3. E-mail: olga_grinchenko@mail.ru
***Non-commercial Partnership "Transparent World"*
Russia, 117186, Moscow, Nagornaya Str., 20, Bld. 1
****State University "Dubna"*
Russia, 141982, Moscow Region, Dubna, Universitetskaya Str., 19
*****M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science*
Russia, 119992, Moscow, Leninskie Gory, 1, Bld. 12,

Received November 1, 2019. Revised November 10, 2019. Accepted November 15, 2019.

In this article we present materials of a complex ecological study of the state nature reserve "Tempovsky", the establishment of which was approved by the Decree No. 669/33 of the Moscow Region Government on the 1st of October 2019. The reserve is located in Taldomsky urban district of Moscow Region. We used data, compiled by the authors of the research group for the regular monitoring of the condition of the special protected natural areas in project, which has been carried out since 1995, and data of the researches, made in 1980-1990's by the Nature Protection Team of the faculty of biology of the M.V. Lomonosov Moscow State University.

This nature reserve has a high ecological value to Moscow Region. It displays a variety of different forest communities: fir, broadleaved, fir and small-leaved forests, sphagnum pine forests, upland moors, lowland moors (black alder forests, moored birch forests, gray alder forests), individual small but numerous areas of broadleaved forests (mostly linden forests, rarely accompanied by maples, and narrow spots of elm forests). Some damp and normal meadows can be found among these forests, as well as along the power lines and gardening associations. The territories are very mosaic.

Six of plant species, 4 of lichen, 1 of mushrooms and 12 of animals from the Red List of Moscow region, were found in this nature reserve, as well as 10 plant species and 10 animal species, which require a constant control over their statuses and monitoring in the boundaries of the said territory (Appendix 1 in the Red List of Moscow Region).

Keywords: Tempovsky nature reserve, Taldomsky urban district, Red List of Moscow Region.
DOI: 10.24411/ 2542-2006-2019-10049