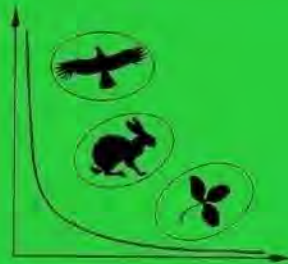


Том
Volume **5**

Номер
Number **2**

Июнь
June

2021



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

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

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

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

МОСКВА
MOSCOW

2021

WATER PROBLEMS INSTITUTE
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**ECOSYSTEMS:
ECOLOGY AND DYNAMICS**

Vol. 5, No. 2, 2021, June

Journal is founded in January 2017

Issued 4 times per year

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

Editorial Council:

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.I. Danilov-Danilyan,

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences A.N. Gelfan

Academician of the Russian Academy of Sciences K.N. Kulik,

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences V.V. Melikhov,

Academician of the Russian Academy of Sciences A.S. Rulev

Editorial Board:

M.V. Bolgov, E.I. Golubeva, T.V. Dikariova, N.G. Mazey, N.M. Novikova,
G.N. Ogureeva, E.I. Pankova, S.A. Podolskiy, 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

2021

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ЭКОСИСТЕМЫ: ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА

Том 5, № 2, 2021, июнь

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 А.Н. Гельфан,
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, 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. Сулова

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

2021

© 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 5, номер 2, 2021 июнь

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Высотно-поясная дифференциация почвенно-растительного покрова
северного макросклона Жетысуского Алатау (Казахстан)
[на русском; аннотация на русском]

В.Н. Пермитина, Л.А. Димеева, К. Усен, Б.М. Султанова, Б.Ш. Калиев 5-31

Altitudinal Differentiation of Soil and Vegetation Cover
of the Northern Macroslope of the Dzungarian Alatau (Kazakhstan)
[на английском; аннотация на английском]

V.N. Permitina, L.A. Dimeeva, K. Usen, B.M. Sultanova, B.Sh. Kaliev 32-56

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Трансформация лесных экосистем лесостепной зоны Среднего Поволжья
[на русском; аннотация на русском и английском]

А.Ю. Кудрявцев 57-85

Эффективность реабилитации экосистем обводненных торфяников
в пойме реки Дубны на основе анализа динамики гнездовой популяции
серого журавля (Талдомский городской округ Московской области)
[на русском; аннотация на русском]

О.С. Гринченко, А.В. Дулин, К. Цоклер, Т. Теннхардт, Н.В. Мокиевский 86-101

Efficiency of Ecosystems Rehabilitation in the Flooded Peat Bogs
in the Dubna Floodplain, According to the Analysis of the Dynamics
of the Nesting Population of the Common Crane (Taldom Urban District,
Moscow Region) [на английском; аннотация на английском]

O.S. Grinchenko, A.V. Dulin, C. Zöckler, T. Tennhardt, N.V. Mokiyeviskiy 102-117

CONTENTS

Volume 5, Number 2, 2021 June

STRUCTURAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS AND PATTERNS OF THEIR DISTRIBUTION

Altitudinal Differentiation of Soil and Vegetation Cover
of the Northern Macroslope of the Dzungarian Alatau (Kazakhstan)
[in Russian; Abstract is available in Russian]

V.N. Permitina, L.A. Dimeeva, K. Usen, B.M. Sultanova, B.Sh. Kaliev 5-31

Altitudinal Differentiation of Soil and Vegetation Cover
of the Northern Macroslope of the Dzungarian Alatau (Kazakhstan)
[in English; Abstract is available in English]

V.N. Permitina, L.A. Dimeeva, K. Usen, B.M. Sultanova, B.Sh. Kaliev 32-56

DYNAMICS OF ECOSYSTEMS AND THEIR COMPONENTS

Transformation Forest Ecosystems of Middle Volga Forest-Steppe
[in Russian; Abstract is available in English]

A.Yu. Kudryavtsev 57-85

Efficiency of Ecosystems Rehabilitation in the Flooded Peat Bogs
in the Dubna Floodplain, According to the Analysis of the Dynamics
of the Nesting Population of the Common Crane (Taldom Urban District,
Moscow Region) [in Russian; Abstract is available in Russian]

O.S. Grinchenko, A.V. Dulin, C. Zöckler, T. Tennhardt, N.V. Mokiyevskiy 86-101

Efficiency of Ecosystems Rehabilitation in the Flooded Peat Bogs
in the Dubna Floodplain, According to the Analysis of the Dynamics
of the Nesting Population of the Common Crane (Taldom Urban District,
Moscow Region) [in English; Abstract is available in English]

O.S. Grinchenko, A.V. Dulin, C. Zöckler, T. Tennhardt, N.V. Mokiyevskiy 102-117

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

УДК 581.553; 502.753(235.221)

**ВЫСОТНО-ПОЯСНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО
ПОКРОВА СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА
ЖЕТЫСУСКОГО АЛАТАУ (КАЗАХСТАН)¹**

© 2021 г. В.Н. Пермитина*, Л.А. Димеева*, К. Усен*,
Б.М. Султанова*, Б.Ш. Калиев* **

**Институт ботаники и фитоинтродукции*

*Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан
Казахстан, 050040, г. Алматы, ул. Тимирязева, д. 36Д. E-mail: v.permitina@mail.ru*

***Казахский национальный аграрный университет,
Казахстан, 050010, г. Алматы, просп. Абая, д. 8. E-mail: l.dimeyeva@mail.ru*

Поступила в редакцию 12.03.2021. После доработки 01.05.2020. Принята к публикации 01.06.2021.

Жетысуский (Джунгарский) Алатау – обширная горная страна, расположенная на юго-востоке Казахстана, в пограничной полосе между казахстанско-среднеазиатскими пустынями Турана и центрально-азиатскими пустынями Джунгарии. Территория отличается неоднородностью растительного и почвенного покрова, обусловленной многообразием условий формирования. Главный массив состоит из двух параллельных макросклонов: северного и южного, которые отличаются структурой высотной поясности. Особый интерес к изучению высотно-поясной дифференциации северного макросклона возник в результате накопления достаточного фактического материала для анализа пространственных закономерностей почвенно-растительного покрова горного хребта и получения более полной картины высотной поясности. Выделены высотные пояса: высокогорный нивально-скальный пояс с подпоясами ледников и скал, и криопетрофитных группировок; горно-луговой и лугово-степной альпийский пояс; горно-луговой и лугово-степной субальпийский пояс; пояс темнохвойных лесов и лугов; пояс мелколиственных лесов; пояс горных степей с подпоясами луговых, настоящих и опустыненных степей; пояс предгорных пустынь. Для каждого пояса приведена характеристика растительного и почвенного покрова.

Выявленные закономерности высотного распределения почвенно-растительного покрова северного макросклона Жетысуского Алатау могут быть использованы для дробного ботанико-географического районирования, оценки экосистемного разнообразия и его распределения по высотному градиенту, для повышения эффективности природоохранных мероприятий в период изменения климата и оценки угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий.

Ключевые слова: высотный пояс, Жетысуский (Джунгарский) Алатау, почвы, растительность, северный макросклон.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10082

¹ Работа выполнялась по Программам Министерства образования и науки Республики Казахстан: № 0113PK00940 «Ботаническое разнообразие диких сородичей культурных растений как источник обогащения и сохранения генофонда агробиоразнообразия для реализации продовольственной программы» (2013-2015 гг.), № BR05236546 «Реализация государственными ботаническими садами приоритетных для Казахстана научно-практических задач Глобальной стратегии сохранения растений как устойчивой системы поддержания биоразнообразия» (2018-2020 гг.); Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан № BR10264557 «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом» (2021).

Жетысуский (Джунгарский) Алатау представляет собой ряд горных массивов и межгорных впадин, вытянутых в субширотном направлении (рис. 1). Условной границей между северным и южным макросклонами является высокогорная впадина, в которой протекают реки Коксу (Казахстан) и Боротала (Китай; Гвоздецкий, Михайлов, 1978; Республика Казахстан ..., 2006).

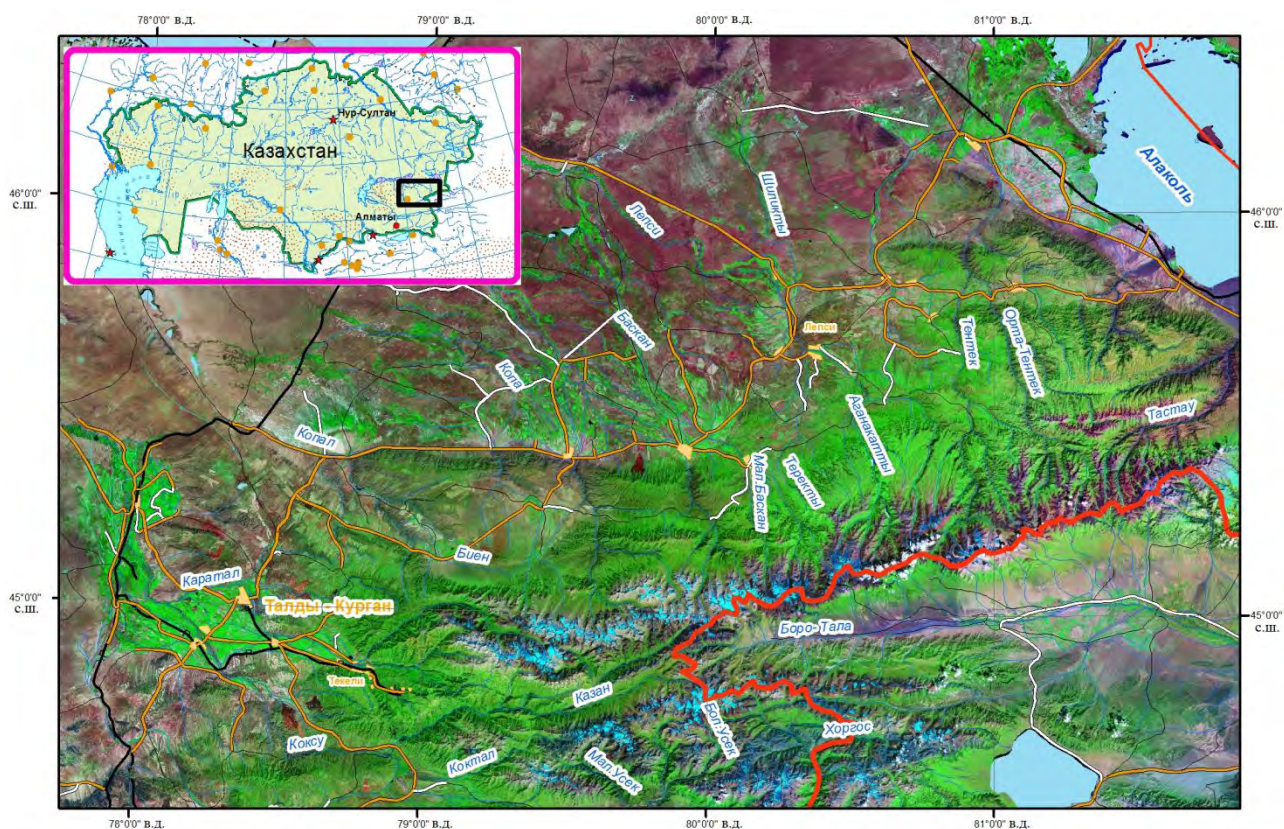


Рис. 1. Картосхема района исследований.

Северный макросклон включает общий северный и западный склон хребта с периферическими отрогами. На северном склоне выделяется система хребтов и депрессий, ступенчато понижающихся к северу. Одновременно происходит уменьшение высот к западу.

Сильно расчлененный рельеф имеет ограниченное распространение, большим развитием пользуется высокогорный сглаженный тип рельефа. Он характеризуется развитием выровненных платообразных поверхностей, в нивальной зоне гляциальных, занятых ледниками и фирном, над которыми возвышаются скалистые пики и гребни (Рельеф Казахстана, 1991). Ниже следуют остаточнo-гляциальные (моренные) ступени, которые при снижении сливаются с выровненными поверхностями, развитыми в пределах среднегорного рельефа. Среднегорный рельеф характеризуется наличием двух основных типов: сглаженного, представленного древними поверхностями выравнивания, и крутосклонного, образованного расчлененными склонами глубоких речных долин. На границе среднегорного пояса располагается серия вытянутых впадин, ограниченных с внешней стороны низкогорными массивами, которые не образуют сплошного пояса. Полоса предгорий представлена эрозионными, эрозионно-аккумулятивными холмисто-волнистыми предгорными, аллювиально-пролювиальными, делювиально-пролювиальными наклонными плоскими подгорными равнинами.

Поясность в горах проявляется в зависимости от климатических, геологических и

орографических особенностей горной системы. Структура вертикальной поясности почвенно-растительного покрова территориально неоднородна, обладает значительной изменчивостью и многообразием. Среди факторов, определяющих высотные границы вертикальных ландшафтных зон, основную роль играет пространственное расположение хребта относительно влагонесущих воздушных масс, его высота, рельеф и расчленение местности, экспозиция склонов, состав почвообразующих и подстилающих пород. В направлении с запада на восток возрастает аридность территории, что в совокупности с биоклиматическими условиями определяет варьирование поясов и подпоясов, а также их высотных границ. Кроме того, на склонах южных экспозиций границы высотных поясов сдвинуты вверх по сравнению с северными экспозициями и определяют вариации высотных пределов.

Высотная зональность ландшафтов в разных частях горной системы проявляется в зависимости от влияния экспозиции и крутизны склонов гор, что выражается в проявлении процессов инверсии почвенно-растительного покрова (нарушение порядка расположения высотных зон/поясов), миграции (отклонение границ зон), интерференции (выклинивания или выпадения отдельных зон; Захаров, 1934). На формирование высотной поясности влияет континентальность и климатическая (широтная) зональность.

Комплексный, системный подход в изучении закономерностей распределения и формирования растительного покрова и экологических условий местообитаний (рельеф, экспозиция склонов, тип почв) в условиях северного макросклона Жетысуского Алатау предоставляет возможность наиболее точно определить высотно-поясную дифференциацию. В качестве основных критериев при выделении высотных поясов принят зональный тип растительности и зональный тип почв.

Пояс определяется как высотная ступень в горных странах, мелкосопочниках, низкогорьях, характеризующаяся господством определенного типа почв и растительности. Каждый пояс отличается особым гидротермическим режимом с характерным показателем соотношения тепла и влаги при отсутствии единства геологического строения и геоморфологических форм. Подпояс является частью пояса с определенной структурой растительных сообществ господствующего типа растительности, приуроченных к различным типам и подтипам почв (Лавренко, 1964). Рубежами поясов и подпоясов служат границы высотного распространения определенного типа растительности (Огуреева, Бочарников, 2017) и почв.

Смена подпоясов в растительном покрове диагностируется по ряду показателей строения растительных сообществ: набор жизненных форм видов; видовой состав доминантов; соотношение экологических групп видов (мезофитов, ксерофитов и т.п.); соотношение фитоценологических групп видов (лугово-степных, степных и т.п.). В почвенном покрове смена поясов диагностируется по изменению морфогенетических свойств почв на уровне типа или подтипа, их гидротермического режима, особенности структуры почвенного покрова.

Самые высокие участки гребней основных хребтов имеют ландшафт гляциально-нивальная высотной зоны, которая на северном склоне располагается выше 3200-3300 м н.у.м. БС, а на южном – выше 3500-3800 м (Соколов и др., 1962; Пачикин, 1991; Пачикин и др., 1996, 2016). Гребни основных хребтов Жетысуского Алатау выше 2400 м заняты высокогорными лугами. На склонах северной экспозиции преобладают горно-луговые альпийские и субальпийские почвы, на южных склонах – высокогорные лугово-степные почвы. На крутых южных склонах встречаются высокогорные степные почвы. В высокогорной зоне локально отмечаются инверсионные явления, при которых альпийские почвы спускаются в субальпийский пояс.

В среднегорье с горной лугово-лесной растительностью луга приурочены к горно-луговым черноземовидным почвам, леса – к горнолесным темноцветным почвам. В сочетании с хвойными лесами на северных склонах распространены мезофитные лесные луга с горными лесолуговыми почвами, на южных склонах – горные луговые степи с горными лугово-

степными почвами. В среднегорье получили распространение также мелколиственные леса, под которыми развиты горнолесные темно-серые и горнолесные черноземовидные почвы.

Горностепная зона формируется в условиях низкогогорного расчлененного крутосклонного рельефа. В нижнем предгорно-низкогорном поясе господствуют опустыненные полынно-типчачово-ковыльные степи. Далее по высотному профилю идут низкогорные ковыльные и типчачово-ковыльные степи, которые выше переходят в луговые разнотравно-дерновиннозлаковые степи, где преобладают экспозиционные сопряжения горных черноземов и горностепных почв, горных темно-каштановых и горных светло-каштановых почв.

Полупустынные и пустынные предгорья заняты сероземами, которые на передовых грядах и отрогах сменяются горными каштановыми почвами в низкогорье и горными черноземами в среднегорье (Пермитина, 2008; Пермитина и др., 2015).

Жетысуский Алатау отличается высоким ботаническим разнообразием. По природным особенностям он занимает промежуточное положение между Тянь-Шанем, типичной среднеазиатской горной системой, и горами юга Сибири. Флора Жетысуского Алатау достаточно изучена, отмечено ее богатство – 2168 видов и высокий эндемизм – 76 видов (Голоскоков, 1985). На северном макросклоне наиболее сильно влияние алтае-сибирских флористических элементов. По мнению Р.В. Камелина (1973), по разграничительной полосе северного и южного макросклона можно провести границу между горно-сибирскими и северо-тянь-шаньскими флорами. Растительный покров Жетысуского Алатау отражен в классических трудах Н.И. Рубцова (1946, 1948), которым впервые были выявлены особенности высотной поясности северного и южного макросклона. Общие закономерности распределения растительности отражены на мелкомасштабной «Карте растительности Казахстана и Средней Азии» (М 1:2500000, 1995).

По почвенно-географическому районированию (Почвенно-географическое ..., 1962; Федорович, 1969) Жетысуский Алатау рассматривается как составная часть Северо-Тянь-Шаньской горной провинции. По ботанико-географическому районированию его северный макросклон относится к Джунгаро-Северо-Тянь-Шаньской горной провинции, Северо-Джунгарской горной подпровинции, для которой характерен Заилийско-Северо-Джунгарский тип поясности (Волкова, 2003). Северный макросклон Н.И. Рубцов (1948) относит к Северно-Джунгарскому району Джунгарского геоботанического округа. Высотно-поясной ряд по Н.И. Рубцову включает: альпийский, субальпийский, лесолуговой, степной, полупустынный, пустынный пояс.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования – растительный и почвенный покров северного макросклона Жетысуского Алатау.

Полевые обследования проводились в 2015 г. на 37 ключевых участках в диапазоне высот от 916 м (река Тополевка) до 2136 м н.у.м. БС (перевал Сегизбай) и в 2018-2019 гг. на 83 ключевых участках от 777 м (урочище Байтурбау) до 3078 м н.у.м. БС (район озера Верхний Жасылколь). В процессе проведения исследований применялись традиционные почвенные и геоботанические методы (Почвенная съемка ..., 1959; Полевая геоботаника, 1959-1976; Быков, 1978). В основе почвенных исследований был использован сравнительно-географический метод (Роде, 1971; Зонн, 1983), заключающийся в сопоставлении свойств почв и факторов почвообразования, определяющих их генезис, закономерности пространственного распределения, формирование структуры почвенного покрова и структуры вертикальной зональности в данных горных условиях. Для диагностики и характеристики свойств почв закладывались разрезы в пределах распространения определенных типов и подтипов почв, для описания генетического профиля использовались

морфологические методы (Розанов, 2004), которые уточнялись на основе аналитических данных. Таксономическое определение типов, подтипов и разновидностей почв проводилось в соответствии с принятыми классификациями (Классификация ..., 1977; Шишов и др., 2004; Полевой определитель ..., 2008).

Полевые геоботанические исследования включали метод ландшафтно-экологического профилирования и описание основных растительных сообществ. Границы поясов, подпоясов и детальные геоботанические описания растительных сообществ фиксировались на местности прибором GPS. Геоботанические описания по профилям проводились в каждом типе растительности с учетом разнообразия растительных сообществ и экологических условий на пробных площадках размером 100 м². Для описания растительности использовались геоботанические бланки, включающие разделы, отражающие основные компоненты ландшафта (рельеф, почвы), условия увлажнения, факторы воздействия на растительность (природные или антропогенные) и т.п. На пробных площадках выявлялся флористический состав сообщества; для каждого вида определялись: высота, ярус, обилие (по шкале О. Друде), жизненное состояние видов (по шкале А.А. Гроссгейма); фенофаза, общее и частное проективное покрытие, характер распределения видов. Главными критериями для отнесения описываемого сообщества к тому или иному поясу были высота над уровнем моря, доминирующие типы растительности и почв. Крутизна, экспозиция склонов, микрорельеф, наличие водных источников при обследовании местности обуславливают разнообразие сообществ и эколого-физиономические категории растительности в пределах пояса или подпояса. Определение видов растений осуществлялось при камеральной обработке собранного материала (Флора Казахстана, 1956-1966; Иллюстрированный определитель ..., 1969-1972). Таксономия видов приводится в соответствии с интернет-ресурсами Плантариум (2020) и The Plant List (2013).

Результаты и обсуждение

Для характеристики высотной поясности северного макросклона Жетысуского Алатау были использованы литературные источники и материалы полевых исследований последних лет, проведенные на основе комплексного изучения почвенного и растительного покрова.

Высокогорный нивально-скальный пояс >3100 (3200) м н.у.м. БС

Подпояс ледников, снежников и фирновых полей. Почвенный и растительный покров отсутствует.

Подпояс криопетрофитных группировок занимает скалистые гребни, троговые долины, морены и осыпи, представлен спорадически встречающимися субнивальными видами (*Waldheimia tridactylites* Kar. ex Kir., *Thylacospermum caespitosum* (Cambess.) Schischk., *Saxifraga oppositifolia* L., *S. flagellaris* Willd. ex Sternb., *Poa versicolor* Besser, *Ranunculus kamchaticus* DC, *Erysimum altaicum* C.A. Mey., *Silene uralensis* subsp. *apetala* (L.) Bocquet, *Carex nigricans* C.A. Mey., *Sibbaldia tetrandra* Bunge, *Cerastium lithospermifolium* Fisch.), развивающимися на примитивных почвенных образованиях.

Горно-луговой и лугово-степной альпийский пояс 2700 (2750)-3100 (3200) м н.у.м. БС

Располагается в условиях крутосклонного сильно расчлененного и высокогорного сглаженного рельефа. Пояс характеризуется развитием горно-луговых альпийских почв, занимающих склоны северных и близких к ним экспозиций, а также выровненные поверхности высокогорных плато с формированием низкотравных альпийских лугов. Склоны южных и юго-западных экспозиций заняты высокогорными лугово-степными альпийскими почвами, формирующимися под высокогорными луговыми степями. Изредка по глубоким заболоченным котловинам встречаются гидроморфные высокогорные лугово-

болотные оторфованные почвы.

Горно-луговые альпийские почвы занимают относительно пологие северные и северо-западные склоны хребта. Почвообразующими породами служат слабо отсортированные элювиально-делювиальные и ледниковые щебенчатые образования. Среди горно-луговых почв выделяются роды горно-луговых альпийских дерновых и горно-луговых альпийских дерново-торфянистых почв. Для строения маломощного профиля дерновых родов почв характерно наличие дерновинного горизонта. У дерново-торфянистых родов почв дерновый горизонт замещается слабоминерализованным дерново-торфянистым горизонтом. Гумусовый (A+B=30-50 см) горизонт отличается серовато-бурым цветом, сильным увлажнением, непрочной комковатой структурой, содержит значительное количество щебня, подстиляется рухляком плотных пород. Почвы имеют значительное содержание гумуса в дерновинном горизонте и сильнокислую реакцию почвенного раствора, не насыщены основаниями, не засолены, выщелочены от карбонатов. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые и тяжелосуглинистые щебнистые разновидности.

Высокогорные лугово-степные почвы альпийского пояса слабо развиты, профиль маломощный с высоким содержанием каменистой фракции. На гребнях и верхних частях склонов гумусовый горизонт может непосредственно переходить в подстилающую породу. В нижних частях склонов и межгорных впадинах, где накапливается коллювиальный и делювиальный материал, почвенный профиль достигает значительной мощности. Гумусовый (A+B) горизонт мощностью 30-45 см имеет слабо выраженную структуру, светлую коричневую окраску с высоким содержанием гумуса и резким падением значений с глубиной. Под гумусовым горизонтом наблюдается выделение карбонатов в почвах, залегающих в верхней части склонов, в нижних частях склонов встречаются выщелоченные почвы. По гранулометрическому составу преобладают суглинистые щебнистые разновидности.

На границе альпийского и нивального пояса по каменистым склонам, осыпям, скалам развиваются низкотравные кобрезиево-злаково-разнотравные луга на горно-луговых альпийских почвах. В составе сообществ встречаются: *Kobresia capillifolia* (Decne.) C.B. Clarke, *Poa alpina* L., *Gentiana algida* Pall., *Saxifraga sibirica* L., *Aster alpinus* L., *Doronicum turkestanicum* Cavill., *Eritrichium villosum* (Ledeb.) Bunge, *Erigeron oreades* (Schrenk) Fisch. & C.A. Mey., *Swertia marginata* Schrenk, *Saussurea involucrata* Matsum. & Koidz., *Gentiana algida* Pall., *Taraxacum songoricum* Schischk., *Silene graminifolia* Otth, *Gastrolychnis brachypetala* Tolm. & Kozuh. (Димеева и др., 2020; фото 1).



Фото 1. Низкотравные альпийские луга (слева) с участием вида из Красной книги Казахстана (2014) соссуреи обернутой – *Saussurea involucrata* (справа; фото Б.Ш. Калиева).

В западной части хребта распространены кобрезиевые (*Kobresia capillifolia*) и криофитные низкотравные (*Persicaria vivipara* (L.) Ronse Decr., *Primula algida* Adams, *Festuca kryloviana* Reverd., *Poa alpina*, *Viola altaica* Ker Gawl., *Gentiana algida*) луга (фото 2), формирующиеся на горно-луговых альпийских почвах в сочетании с высокогорными степями (*Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Poa versicolor*, *Helictotrichon tianschanicum* (Roshev.) Hengard) на высокогорных лугово-степных почвах, занимающих пологие склоны и моренные отложения. Чистые кобрезиевники с единичным участием других видов (*Persicaria vivipara*, *Papaver nudicaule* L., *Antennaria rosea* subsp. *confinis* (Greene) R.J. Bayer, *Thalictrum alpinum* L.) занимают выпуклые участки склонов южной экспозиции, положительные элементы мезо- и микрорельефа. Кобрезиево-разнотравные луга (*Kobresia capillifolia*, *Primula algida*, *Swertia marginata*, *Comastoma falcatum* (Turcz.) Toyok., *Aster alpinus*, *Leontopodium ochroleucum* Beauverd, *Gagea serotina* (L.) Ker Gawl., *Androsace septentrionalis* L., *Viola kunawurensis* Royle), местами с осокой (*Carex titovii* V.I. Krecz.) и ожикой (*Luzula multiflora* subsp. *sibirica* V. I. Krecz., *L. spicata* (L.) DC.), встречаются в более увлажненных местах на высокогорных лугово-болотных почвах, занимают понижения, западины, лощины, склоны северной экспозиции.



Фото 2. Кобрезиево-разнотравные альпийские луга: слева – *Kobresia capillifolia*, справа – *Gentiana algida* (фото Б.Ш. Калиева).

На каменисто-щебнистых склонах различной крутизны и ориентации формируются мелкотравные криофитные луга, в составе которых преобладают высокогорные подушечники (*Sibbaldia tetrandra*), а также *Potentilla nivea* L., *Oxytropis lapponica* (Wachlenb.) J. Gay, *O. chionobia* Bunge, *Thylacospermum caespitosum*, *Androsace umbellata* (Lour.) Merr., *Antennaria rosea*, *Primula algida*, *Potentilla freyniana* Bornm., *Erigeron alpinus* L., *Poa alpina*, *Myosotis sylvatica* Hoffm., *Viola altaica*, *Minuartia kryloviana* Schischk. Криофитные луга развиваются на горно-луговых альпийских маломощных щебнистых почвах. Травостой лугов на крутых каменистых склонах скудный.

В восточной части высокогорной зоны во флористическом составе кобрезиевых лугов участвуют виды горных ковылей (*Stipa martinovskiyi* Klok., *S. regeliana* Natch.). На небольших болотах распространены осоки (*Carex melanantha* C.A. Mey., *C. parva* Nees, *C. enervis* C.A. Mey., *C. canescens* L.) с участием *Parnassia laxmannii* Pall. ex Schult., *Pedicularis violascens* Schrenk. Довольно редко встречаются толокнянка (*Arctous alpina* (L.) Niedenzu) и пушица (*Eriophorum scheuchzeri* Hoppe). Заболоченные участки с высокогорными лугово-болотными почвами зарастают злаками (*Poa attenuata* Trin., *P. alpigena* Lindm., *Festuca rubra* L., *Trisetum spicatum* (L.) K. Richt., *Phleum alpinum* L., *Alopecurus magellanicus* Lam.), осоками

(*Carex parallela* (Laest.) Sommerf., *C. melanantha*, *C. tristis* M. Bieb., *Luzula pallescens* Sw., *L. spicata*), ситником (*Juncus triglumis* L.).

Горно-луговой и лугово-степной субальпийский пояс 2200 (2250)-2700 (2750) м.н.у.м. БС

Пояс занимает нижнюю ступень высокогорья, рельеф слагают платообразные вершины, крутые склоны разных экспозиций и межгорные долины. Почвенный покров представлен горно-луговыми субальпийскими, высокогорными лугово-степными темноцветными почвами.

Горно-луговые субальпийские почвы формируются в нижнем поясе горно-луговой зоны. Почвы приурочены к платообразным вершинам хребта, к наиболее выровненным частям склонов северной и северо-западной экспозиции. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные и ледниковые средне отсортированные щебенчатые отложения. В морфологическом профиле почв выражен дерновинный и гумусовый горизонт темно-серой окраски и зернистой структуры. Дерновый горизонт имеет мощность 10-15 см, гумусовый (А+В) горизонт 50-65 см. Почвы характеризуются высоким содержанием гумуса в поверхностном дерновинном горизонте, и резким уменьшением его с глубиной. Почвы не насыщены основаниями, не засолены, выщелочены от карбонатов, реакция почвенного раствора кислая. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые и тяжелосуглинистые щебнистые разновидности.

Высокогорные лугово-степные темноцветные почвы приурочены к крутым склонам южных и юго-восточных экспозиций с развитием лугово-степной растительности и арчевых стлаников. Верхняя часть склонов характеризуется формированием почв с маломощным торфянистым гумусовым слоем интенсивного черного цвета, который залегает непосредственно на грубообломочных породах. По пологим склонам и выровненным участкам водоразделов встречаются почвы с более развитым профилем, формированием дернины и несколькими горизонтами. Мощность гумусового (А+В) горизонта не превышает 30-35 см, имеет темно-коричневое окрашивание, зернисто-порошистую структуру с высоким содержанием гумуса. Реакция почвенного раствора нейтральная или слабощелочная. По гранулометрическому составу преобладают тяжелосуглинистые разновидности.

Пояс характеризуется распространением среднетравных злаково-разнотравных (*Alchemilla bungei* Juz., *A. sibirica* Zamelis, *Pilosella aurantiaca* (L.) F.W. Schultz & Sch. Bip., *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, *Poa versicolor*, *Dactylis glomerata* L., *Papaver nudicaule*, *Lupinaster pentaphyllus* Moench, *Veronica spuria* L., *Achillea millefolium* L., *Aconitum anthora* L., *Allium obliquum* L.) лугов на горно-луговых субальпийских почвах, которые местами чередуются с сообществами стланиковой арчи (*Juniperus pseudosabina* Fisch. ex С.А. Мей.) на высокогорных темноцветных почвах.

В западной части хребта преобладают манжетковые, гераниевые (*Alchemilla sibirica* Zamelis, *Geranium saxatile* Kar. ex Kir., *G. albiflorum* Ledeb., *Pedicularis dolichorrhiza* Schrenk, *Dracocephalum imberbe* Bunge, *Astragalus alpinus* L., *Persicaria vivipara*, *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Alopecurus pratensis* L., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Schult. & Schult. f.) и злаково-разнотравные (*Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis* L., *Milium effusum* L., *Persicaria bistorta* (L.) Samp., *Solidago virgaurea* L., *Rhodiola rosea* L., *Dianthus kuschakewiczii* Regel et Schmalh., *D. turkestanicus* Preobr., *Prunella vulgaris* L., *Trollius altaicus* С.А. Мей., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Conium maculatum* L., *Galium boreale* L., *Achillea millefolium*, *Campanula glomerata* L.) луга, формирующиеся на горно-луговых субальпийских почвах. Луга приурочены к мелкоземистым склонам преимущественно северных и восточных экспозиций (фото 3).

В восточной части северного макросклона представлены мезофитноразнотравные и остепненные луга на высокогорных лугово-степных темноцветных почвах. В фитоценозах получили распространение такие виды как *Persicaria bistorta*, *Alchemilla bungei*, *Viola altaica*, *Aster alpinus*, *Erigeron azureus* Regel. ex М. Поп., *Schulzia crinita* (Pall.) Spreng., *Euphorbia*

alata Boiss., *Galium verum* L., *Poa attenuata*, *Phleum phleoides*, *Festuca rupicola* Heuff., *Antennaria rosea* и др. Травостой имеет сомкнутую структуру без выраженного доминирования отдельных видов. На нижней границе пояса формируются среднетравные луга с участием *Pilosella aurantiaca*, *Alchemilla bungei*, *Poa versicolor* Besser., *Dactylis glomerata*, *Papaver croceum* L., *Veronica spuria*, *Achillea millefolium*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Aconitum anthora*, *Allium obliquum*, etc.



Фото 3. Среднетравные субальпийские луга (слева) с участием вида из Красной книги Казахстана (2014) родиолы розовой – *Rhodiola rosea* (справа; фото Б.Ш. Калиева).

В высокогорьях степи представлены злаковыми ассоциациями, в которых основной фон образует типчак (*Festuca valesiaca*, *F. rupicola*), а также овсец (*Helictotrichon tianschanicum*) и мятлики (*Poa pratensis*, *P. angustifolia*). В составе типчаковых степей видовое разнообразие слагается из богатого разнотравья (*Androsace dasyphylla*, *Leontopodium leontopodioides*, *Potentilla nervosa*, *Galium verum*, *Veronica spicata*) и дерновинных злаков (*Koeleria gracilis*, *Stipa capillata*).

Пояс горных темнохвойных лесов и лугов 1700 (1800)-2200 (2250) м н.у.м. БС

Пояс располагается в пределах среднегорного и низкогорного средне и слабо расчлененного рельефа, а также межгорных долин и горных наклонных плато (фото 4). Рельеф нижней части пояса имеет сглаженные формы, что обусловлено распространением лессовидных суглинков. Из других пород участвуют элювиально-делювиальные и делювиальные щебнистые суглинки. Почвенный покров слагают горнолесные темноцветные и горные лугово-лесные почвы.

Горнолесные темноцветные почвы занимают крутые внешние и внутренние склоны северной, северо-восточной и северо-западной экспозиции. В условиях сильно расчлененного рельефа образуют сплошной пояс. При развитии сглаженного рельефа занимают крутые склоны речных долин. Почвообразующие породы представлены делювиально-элювиальными отложениями различного состава. Почвенный профиль имеет на поверхности лесную подстилку, оторфованный горизонт бурого цвета, пороховидной структуры, под которым обособливается темно окрашенный горизонт зернисто-комковатой структуры с включением щебня. Переходный горизонт щебнистый с кремнистой присыпкой. Мощность гумусового (А+В) горизонта 45-65 см. Почвы отличаются высоким содержанием гумуса в лесной подстилке и резким его падением с глубиной. Почвы не насыщены

основаниями, реакция почвенного раствора кислая, по гранулометрическому составу преобладают тяжелосуглинистые разновидности.

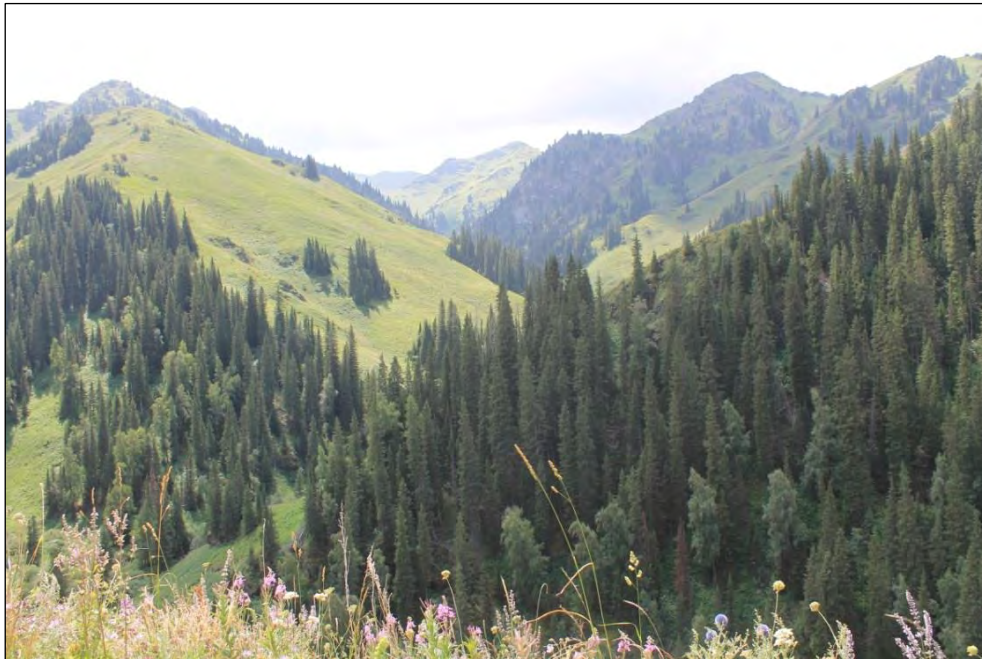


Фото 4. Пояс горных темнохвойных лесов и лугов (фото Л.А. Димеевой).

Горные лугово-лесные почвы занимают крутые склоны южных и западных экспозиций, залегают в комбинациях с горнолесными темноцветными, горными лугово-степными и горностепными ксероморфными почвами. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные щебнистые суглинки. Профиль характеризуется серо-коричневым слабо уплотненным верхним горизонтом зернистой структуры, переходящим в уплотненный горизонт пороховато-комковатой структуры. Мощность гумусового (A+B) горизонта 50-100 см. Почвы имеют высокое содержание гумуса, кислую реакцию почвенного раствора, не насыщены основаниями. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые и тяжелосуглинистые щебнистые разновидности.

Темнохвойные леса развиваются на горнолесных темноцветных почвах. В западной части хребта леса занимают крутые западные и северо-западные склоны ущелий, представлены ельниками (*Picea schrenkiana* Fisch. ex C.A. Mey.) паркового типа, в более увлажненных местах восточной части к ели примешивается пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.). Распространение получили травяные (*Rubus saxatilis* L., *Polypodium vulgare* L., *Campanula glomerata* L., *Solidago virgaurea* L., *Thalictrum minus* L., *T. simplex* L., *Dianthus superbus* L., *Polemonium caeruleum* L., *Codonopsis clematidea* (Schrenk) C.B. Clarke и др.), травяно-моховые (*Thuidium abietinum* (Hedw.) Schimp., *Aconitum leucostomum* Vorosch., *Geum urbanum* L., *Vupleurum longifolium* L., *Aegopodium podagraria* L., *Poa nemoralis* L., *Polemonium caeruleum*), моховые (*Thuidium abietinum*, *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst.), кустарниковые (*Lonicera humilis* Kar. & Kir., *L. webbiana* Wall. ex DC., *L. hispida* Pall. ex Schult., *L. caerulea* L., *L. microphylla* Willd. ex Schult., *Rosa beggeriana* Schrenk ex Fisch. & C.A. Mey., *R. albertii* Regel, *R. spinosissima* L., *Berberis heteropoda* Schrenk, *Cotoneaster multiflorus* Bunge, *C. melanocarpus* Fisch. ex Blytt., *Ribes meyeri* Maxim.) и мертвопокровные с единичными кустарниками (*Rubus idaeus* L., *Ribes aciculare* Sm.) еловые леса. В верхней части лесолугового пояса распространены арчевые стланики (*Juniperus pseudosabina*) с

участием единичных елей, формирующиеся на высокогорных темноцветных почвах (фото 5).

Хвойные леса восточной части хребта отличаются развитием настоящих ельников с сомкнутым пологом, приуроченных преимущественно к северным склонам ущелий. По северо-западным и западным склонам ущелий меридионального расположения встречаются ельники с выраженным подлеском и травяным ярусом. На крутых склонах с выходами горных пород распространены ельники с полной сомкнутостью крон, под которыми развит моховой покров из *Thuidium abietinum*.



Фото 5. Арчевые стланики (*Juniperus pseudosabina*) на границе лесолугового пояса (фото Л.А. Димеевой).

В западной части северного макросклона развитие получили настоящие мезофитные луга с преобладанием *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Helictotrichon pubescens*, *Aconitum septentrionale* Koelle, *Sanguisorba alpina* Bunge., *Aconogonon alpinum* (All.) Schur. Луга формируются на горных лугово-лесных почвах. Наряду с настоящими лугами, большое место занимают злаково-разнотравные остепненные луга, развивающиеся на горных лугово-степных почвах. В составе сообществ отмечены злаки (*Phleum phleoides*, *Poa versicolor*, *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult, *Festuca rupicola*) и разнотравье (*Origanum vulgare* L., *Achillea millefolium*, *Hypericum perforatum* L., *Thalictrum minus*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Aconogonon alpinum*, *Phlomidis pratensis* (Kar. & Kir.) Adylov, Kamelin & Makhm., *Tanacetum vulgare* L.) с хорошо выраженной ярусностью.

Луга восточной части представлены густым, высоким травостоем. Развитие получили фитоценозы с преобладанием *Dactylis glomerata*, *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth. В составе сообществ обычно встречаются виды осок (*Carex praecox* Schreb., *C. leersii* F.W. Schultz, *C. caucasica* Stev.), бобовых (*Vicia tenuifolia* Roth, *V. sepium* L., *V. cracca* L., *Medicago falcata* L., *Trifolium repens* L., *T. pratense* L., *Lathyrus pratensis* L.), а также *Aconitum septentrionale*, *Achillea millefolium*, *Bunium setaceum* (Schrenk) H. Wolff, *Hieracium virosus* Pall., *Thalictrum minus*, *Fragaria viridis* Weston, *Origanum vulgare* L. В небольшом обилии отмечены *Alcea froloviana* (Litv.) Iljin, *Aquilegia karelinii* (Baker) O. Fedtsch. & B. Fedtsch., *Bupleurum longifolium*, *Crepis sibirica* L., *Delphinium elatum* L., *Geranium saxatile*, *Gentianella aurea* (L.)

Н. Smith, *Hypericum hirsutum* L., *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Ijlin (фото 6).



Фото 6. Высокотравные среднегорные луга с участием вида из Красной книги Казахстана (2014) маральего корня (*Rhaponticum carthamoides*; фото Л.А. Димеевой).

Пояс горных мелколиственных лесов 1200 (1250)-1700 (1800) м н.у.м. БС

Пояс располагается у нижней границы елового леса, занимает эродированные склоны северной и северо-западной экспозиции, древние речные долины и платообразные вершины. Почвенный покров представлен горнолесными темно-серыми почвами, занимающими склоны северных экспозиций, образующими комбинации и экспозиционные сопряжения с горнолесными черноземовидными почвами, горными черноземами оподзоленными и выщелоченными. Горные лугово-степные почвы характерны для склонов южных, местами западных экспозиций. По межгорным долинам распространены горные черноземы типичные.

Горнолесные темно-серые почвы формируются в нижнем ярусе среднегорного рельефа на крутых склонах северной экспозиции. Они залегают разрозненными массивами, местами образуют однородные контура под мелколиственными лесами. Почвообразующие породы представлены лессовидными и элювиально-делювиальными щелочистыми суглинками. В почвенном профиле на поверхности выделяется лесная подстилка, гумусовый горизонт мощностью 40-50 см имеет темную черно-серую окраску, отличается высоким содержанием гумуса, реакция почвенного раствора нейтральная или слабокислая. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые разновидности.

Горнолесные черноземовидные почвы формируются в условиях низкогорного, реже среднегорного рельефа. Почвообразующими породами являются лессовидные суглинки, залегающие на элювиально-делювиальных щелочистых отложениях. Среди горнолесных черноземовидных почв преобладающее развитие получили выщелоченные роды. Почвенный профиль имеет гумусовый горизонт мощностью 70-80 см черно-серого цвета и зернистой

структуры. По содержанию гумуса почвы относятся к многогумусным видам, выщелочены от карбонатов на значительную глубину. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые разновидности.

Горные черноземы выщелоченные и оподзоленные распространены по покатым склонам северной и северо-западной экспозиции, залегают отдельными массивами. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные отложения. Профиль имеет серовато-коричневое или серовато-черное окрашивание верхнего горизонта рыхлого или слабо уплотненного сложения, мелкозернистой структуры. Нижележащий горизонт менее интенсивного цвета, комковатой структуры. В нижней части гумусового горизонта черноземов оподзоленных наблюдается образование кремнеземистой присыпки. Мощность гумусового (А+В) горизонта 70-120 см. По содержанию гумуса почвы относятся к многогумусным видам. Реакция почвенного раствора нейтральная. По гранулометрическому составу преобладают легкоглинистые и тяжелосуглинистые разновидности.

Горные лугово-степные почвы располагаются на склонах преимущественно южных экспозиций, залегают в экспозиционных сопряжениях с горнолесными и горными лесолуговыми почвами. Почвообразующие породы представлены элювиально-делювиальными суглинками. В почвенном профиле выделяется гумусово-аккумулятивный горизонт серо-коричневого цвета, слабо уплотненного сложения, пылевато-комковатой структуры. Переходный горизонт отличается более светлым цветом, уплотненным сложением с менее выраженной структурой. Мощность гумусового (А+В) горизонта 30-100 см. Почвы многогумусные с постепенным уменьшением гумуса с глубиной. Реакция почвенного раствора слабокислая, нейтральная в глубоких горизонтах. По гранулометрическому составу преобладают тяжелосуглинистые разновидности.

Мелколиственные леса формируются отдельными массивами и редко имеют сомкнутый полог (фото 7). По склонам северных экспозиций распространение получили травяно-кустарниковые осиновые, осиново-березовые, березовые леса (*Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth, *B. tianschanica* Rupr.), иногда с примесью ели (*Picea schrenkiana*) и пихты (*Abies sibirica*), подлеском из кустарников (*Lonicera webbiana*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum* L.) и ярусом из тенелюбивых трав (*Aegopodium podagraria*, *A. alpestre* Ledeb., *Delphinium elatum*, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm., *Impatiens noli-tangere* L.) и мезофильными злаками (*Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum*), формирующиеся на горнолесных темно-серых почвах. Фрагментарно встречаются березовые (*Betula procurva* Litv.) с осиной (*Populus tremula*) леса с подлеском из кустарников (*Berberis heteropoda*, *Rosa beggeriana*). Травяной покров разрежен, часто встречается *Poa versicolor*, *Lathyrus humilis* (Ser.) Spreng., *L. transsilvanicus* (Spreng.) Rchb., *Codonopsis clematidea*, *Dactylis glomerata*, *Aegopodium podagraria*, *Geranium rectum* Trautv., *Bupleurum longifolium*, *Hypericum hirsutum*, *Anthriscus sylvestris*.

Горные плодовые леса, состоящие из *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem., *Sorbus tianschanica* Rupr., формируются по склонам северных экспозиций на горнолесных черноземовидных почвах. В составе лесов принимает участие осина (*Populus tremula*), реже береза (*Betula pendula*, *B. tianschanica*), из кустарников присутствуют: *Rosa beggeriana*, *R. platyacantha* Schrenk, *Rubus idaeus*, *Lonicera microphylla* Willd. ex Schult., *Crataegus almaatensis* Pojark., *Berberis heteropoda* Schrenk, *Rhamnus cathartica* L. Травяной ярус представлен разнотравьем и злаками (*Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Aegopodium podagraria*, *Polygonum songaricum* Schrenk ex Fisch. & C.A. Mey., *Aconogonon alpinum*, *Bupleurum longifolium*, *Lathyrus transsilvanicus*, *Poa nemoralis*, *Tanacetum vulgare*, *Campanula glomerata*, *Ligusticum discolor* Ledeb., *Urtica dioica* L., *Milium effusum* L., *Inula helenium* L.; Димеева и др., 2020).



Фото 7. Весенний аспект горных мелколиственных лесов с участием вида из Красной книги Казахстана (2014) яблони Сиверса (*Malus sieversii*; фото Б.Ш. Калиева).

Степной пояс 800-1700 м н.у.м. БС

Включает три подпояса: луговых степей (1200 (1250)-1700 м н.у.м. БС), настоящих степей (1000-1200 (1250) м н.у.м. БС), опустыненных степей (800-1000 м н.у.м. БС).

Подпояс луговых степей располагается в нижней части пояса темнохвойных лесов. Рельеф представлен покатыми склонами основного хребта северной и северо-западной экспозиции, платообразными поверхностями отдельных хребтов и плоскогорий. Почвенный покров характеризуется развитием горных черноземов выщелоченных и горных черноземов типичных, образующих комбинации с горно-лесными черноземовидными и горными лугово-степными почвами.

Горные черноземы типичные развиваются на элювиально-делювиальных щебнистых суглинистых отложениях. Мощность гумусового (А+В) горизонта 75-100 см. Почвенный профиль с поверхности имеет дерновый горизонт, выраженную зернистую структуру гумусового горизонта рылового или слабо уплотненного сложения, серовато-черной окраски. Выделения карбонатов наблюдаются в переходном горизонте. Почвы по содержанию гумуса относятся к многогумусным. Реакция почвенного раствора слабокислая, ближе к нейтральной, в карбонатных горизонтах реакция щелочная. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые и тяжелосуглинистые разновидности.

Сообщества луговых степей слагают степные и луговые виды: *Festuca valesiaca*, *Stipa zaleskii* Wilensky, *Poa versicolor*, *Phleum phleoides*, *Dactylis glomerata*, виды родов *Thalictrum*, *Hedysarum*, *Galium*, *Medicago*. Подпояс характеризуется распространением богаторазнотравно-ковыльковых (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Poa versicolor*, *Ligusticum discolor*, *Peucedanum morisonii* Besser, *Achillea millefolium*), разнотравно-типчачковых (*Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum* (Less.) Pilg., *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata* L., *Phlomis tuberosa* (L.) Moench) сообществ, формирующихся на черноземах выщелоченных. В видовом составе сообществ принимают участие *Stipa capillata* L., *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *M. albus* Medic., *Amoria hybrida* (L.) C. Presl, *Achillea*

millefolium, *Salvia deserta* Schangin, *Potentilla inclinata* Vill., *Elymus repens* (L.) Gould, *Phleum pratense* L., *Crepis sibirica*, *Alcea froloviana*, *Heracleum sphondylium* subsp. *montanum* (Schleich. ex Gaudin) Briq., *Anthriscus sylvestris*, *Verbascum orientale* (L.) All., *Bromus inermis* Leyss., *Origanum vulgare*, *Fragaria viridis*.

Поднояс настоящих стеней в центральной и восточной части хребта представлен разнотравно-дерновиннозлаковой растительностью (фото 8). Почвенный покров слагают горные черноземы обыкновенные, горные черноземы типичные, образующие комбинации с горно-степными термоксероморфными и горными лугово-степными почвами. Нижний отдел предгорной равнины характеризуется развитием темно-каштановых почв, залегающих в экспозиционных сопряжениях с горностепными почвами.

Горные черноземы обыкновенные занимают склоны северной и восточной экспозиции. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные щебнистые или лессовидные суглинки. Среди черноземов обыкновенных преобладает род нормальных. Почвы имеют среднемощный гумусовый (A+B=45-70 см) горизонт, в верхней части которого обособляется дерновинный горизонт. Гумусово-аккумулятивный горизонт темно-серого цвета, слабого уплотнения, зернистой структуры, гумусово-иллювиальный горизонт более светлой буроватой окраски, уплотненный, пороховато-зернистой или комковато-зернистой структуры. По содержанию гумуса почвы относятся к среднегумусным и малогумусным видам. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной, по гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые разновидности.

Горностепные термоксероморфные почвы развиваются на крутых склонах южной, юго-восточной и юго-западной экспозиции, образуют экспозиционные сопряжения с горными черноземами, изредка с горнолесными темно-серыми и горными черноземовидными почвами, формируются на элювиально-делювиальных щебнисто-каменистых отложениях. Почвы отличаются маломощным или среднемощным, неполноразвитым, сильно щебнисто-каменистым профилем. Мощность гумусового (A+B) горизонта 35-50 см. Верхний горизонт темно-серого цвета пороховато-комковатой структуры, ниже залегает горизонт темно-бурой окраски, ореховато-комковатой структуры, переходящий в щебнистую подстилающую породу. Содержание гумуса в верхнем горизонте колеблется от низких до высоких значений. Реакция почвенного раствора изменяется от слабокислой до щелочной. Почвы насыщены основаниями, по гранулометрическому составу распространены легкосуглинистые, среднесуглинистые и тяжелосуглинистые разновидности.

Горностепные малоразвитые почвы приурочены к южным крутым склонам и узким платообразным вершинам хребтов и отдельных гор. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные образования. Почвы отличаются маломощным, неполноразвитым, щебнисто-каменистым профилем. Мощность гумусового (A+B) горизонта 35-40 см. Верхний горизонт темно-серого цвета пороховато-комковатой структуры, под ним залегает горизонт темно-бурой окраски, ореховато-комковатой структуры. Содержание гумуса в верхнем горизонте варьирует в широких пределах. Реакция почвенного раствора слабокислая и щелочная. По гранулометрическому составу преобладают легкосуглинистые и среднесуглинистые разновидности.

Темно-каштановые почвы формируются на горных склонах (в пределах периферических хребтов), где обособляются как горные, и в межгорных долинах, на предгорных увалисто-волнистых равнинах, где выделяются в качестве предгорных. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные щебнистые и лессовидные суглинки. В верхней части профиля выделяется дерновинный горизонт, под которым обособляется горизонт темного коричнево-серого цвета, зернисто-комковатой структуры. Ниже располагается переходный горизонт серовато-бурого цвета, комковатой структуры. Мощность гумусового (A+B) горизонта 45-55 см. Карбонаты обнаруживаются в нижней части гумусового горизонта.

Почвы отличаются пониженным по отношению к черноземам содержанием гумуса в верхнем горизонте, насыщенностью основаниями. Реакция почвенного раствора нейтральная и слабощелочная. По гранулометрическому составу преобладают легкосуглинистые и среднесуглинистые разновидности.



Фото 8. Тырсовая (*Stipa capillata*) степь (фото К. Усена).

Подпояс характеризуется развитием типчаковых, разнотравно-ковыльно-типчаковых (*Festuca valesiaca*, *Stipa caucasica* Schmalh., *S. capillata*, *S. lessingiana*, *S. kirghisorum* P. Smirn., *Koeleria macrantha*, *Poa versicolor*, *Bromus inermis*, *Sedum hybridum* L., *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Ziziphora clinopodioides* Lam., *Salvia dumetorum* Andr. ex Besser, *S. nemorosa* L., *Patrinia intermedia* (Hornem.) Roem. ex Schult.) с участием эфемероидов (*Poa bulbosa* L.) и кустарников (*Spiraea hypericifolia* L., *Prunus prostrata* Labill., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex A. Blytt, *Lonicera microphylla* Willd. ex Schult.), разнотравно-типчаково-ковыльных (*Stipa zalesskii*, *S. capillata*, *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Phlomis pratensis*, *Medicago falcata*, *Salvia dumetorum*, *Galium verum*, *Thalictrum minus*, *Alcea froloviana*) степей, формирующихся на черноземах обыкновенных.

Верхний отдел предгорной наклонной равнины характеризуется распространением разнотравно-дерновиннозлаковых (*Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum*, *Stipa zalesskii*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Phlomis pratensis*, *Salvia dumetorum*, *Medicago falcata*) степей, местами с кустарниками (*Spiraea hypericifolia*, *Athyrax frutescens* (L.) K. Koch), часто в сочетании с шиповником (*Rosa platyacantha* Schrenk) на горных черноземах выщелоченных.

По широким межгорным долинам получили распространение разнотравно-дерновиннозлаковые (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Stipa zalesskii*, *Koeleria macrantha*,

Phleum phleoides, *Lathyrus pratensis*, *Galium verum*, *Thalictrum minus*, *Salvia dumetorum*, *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Thymus serpyllum* L., *Achillea millefolium*, *Artemisia dracunculus* L.) степные сообщества, развивающиеся на горных черноземах типичных.

Горные ксеропетрофитные степи, образованные степными злаками (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Koeleria splendens* C. Presl, *Phleum phleoides*), ксеропетрофитным разнотравьем (*Ziziphora clinopodioides*, *Thymus serpyllum*, *Patrinia intermedia*, *Ajania fastigiata* (C. Winkl.) Poljak., *Hypericum scabrum* L.) и кустарниками (*Spiraea hypericifolia*, *Athraaxis frutescens*), формируются на горностепных термоксероморфных почвах по склонам южных экспозиций.

На горностепных малоразвитых почвах развивается петрофитная разнотравно-дерновиннозлаковая растительность (*Sedum hybridum*, *Ziziphora clinopodioides* subsp. *bungeana* (Juz.) Rech. f., *Patrinia intermedia*, *Festuca valesiaca*, *Stipa caucasica*).

На темно-каштановых почвах формируются типчаковые, ковыльно-типчаковые сухие степи (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *S. kirghisorum*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Koeleria splendens*) с бедным ксерофитным (*Verbascum phoeniceum* L., *Salvia dumetorum*) и ксеропетрофитным (*Ziziphora clinopodioides*, *Thymus serpyllum*, *Patrinia intermedia*, *Ajania fastigiata*, *Hypericum scabrum*) разнотравьем, участием эфемероидов (*Poa bulbosa*). В сообществах обычно присутствуют *Helictotrichon desertorum*, *Festuca rupicola*, *Phlomis pratensis*, *Verbascum phoeniceum*, *Allium splendens* Willd. ex Schult. ex Schult. fil., *Eremurus altaicus* (Pall.) Stev. По широким межгорным долинам в растительных сообществах отмечается высокое обилие разнотравья (*Galium verum*, *Thymus pulegioides* subsp. *pannonicus* (All.) Kerguelen, *Salvia dumetorum*, *Thalictrum minus*, *Artemisia dracunculus*, *A. austriaca* Jacq., *Lathyrus pratensis*).

Подпояс опустыненных степей занимает нижнюю часть горностепной зоны, представлен предгорной наклонной равниной. Почвенный покров слагают горные светло-каштановые почвы и горные сероземы.

Светло-каштановые почвы распространены на плоскогорьях, средних и нижних отделах предгорных равнин, занимают верхнюю часть предгорного полупустынного пояса, заходят на подгорную наклонную равнину и периферические части низкогорных массивов, где занимают склоны северных экспозиций, образуя экспозиционные сопряжения с сероземами. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные щебнистые суглинки. Мощность гумусового (A+B) горизонта 50-75 см. Верхние горизонты почв имеют пороховато-комковатую и комковатую структуру, уплотнены. Карбонатные выделения наблюдаются в нижней части гумусового горизонта. Содержание гумуса в верхнем горизонте невысокое. Реакция почвенного раствора щелочная. Почвы насыщены основаниями, не засолены. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые разновидности.

Горные сероземы обыкновенные получили распространение на крутых и покатых склонах гор, занимают верхние и нижние отделы подгорных наклонных равнин, нижние части склонов, межгорные равнины, верхние террасы долин рек, неширокие плато. Почвы представлены северными подтипами сероземов обыкновенных и светлых. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные щебнистые суглинки. Мощность гумусового (A+B) горизонта 30-50 см. Профиль отличается слабой дифференциацией на генетические горизонты, незначительной мощностью гумусовых горизонтов с невысоким содержанием гумуса, карбонатно-иллювиальный горизонт выражен слабо. Реакция почвенного раствора щелочная, засоление отсутствует, по гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые разновидности.

В растительном покрове преобладают эфемероидно-полынно-дерновиннозлаковые сообщества, формирующиеся на светло-каштановых почвах. Опустыненные степи в большей степени распространены в западной части макросклона. Из злаков доминирует *Stipa*

sareptana A. Beck., *S. capillata*, *S. lessingiana*, *S. caucasica*, *Festuca valesiaca*, из полыней характерна *Artemisia sublessingiana* Krasch. ex Poljakov, при значительной роли *Poa bulbosa*. Распространение получили осоково-полынно-типчаковые с кустарниками (*Festuca valesiaca*, *Artemisia sublessingiana*, *A. frigida* Willd., *Carex stenophylla* subsp. *stenophylloides* (V.I. Krecz.) T.V. Egorova, *Spiraea hypericifolia*, *Juniperus pseudosabina*), полынно-вьюнково-тырсиковые (*Stipa sareptana*, *Convolvulus tragacanthoides* Turcz., *Artemisia sublessingiana*), полынно-дерновиннозлаковые (*Stipa sareptana*, *S. lessingiana*, *S. caucasica*, *Festuca valesiaca*, *Artemisia sublessingiana*), разнотравно-полынно-дерновиннозлаковые (*Festuca valesiaca*, *Koeleria macrantha*, *Stipa capillata*, *Artemisia sublessingiana*, *Rhaponticoides ruthenica* (Lam.) M.V. Agab. & Greuter, *Achillea millefolium*) с кустарниками (*Spiraea hypericifolia*, *Rosa platyacantha*, *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst.) сообщества (фото 9).



Фото 9. Сочетание полынно-дерновиннозлаковых степей с кустарниковыми зарослями (фото К. Усена).

Пояс предгорных пустынь 600-800 м

Приурочен к верхнему отделу подгорной равнины, нижнему отделу горных склонов и нижней полосе низкогорий. Рельеф представлен подгорной наклонной равниной, образованной гравелисто-песчаными и супесчаными образованиями с низкогорными массивами Архарлы, Арганаты, Кыскаш. Растительность эфемерово (эфемероидно)-полынная, солянково-полынная. В почвенном покрове присутствуют горные сероземы, горные бурые и горные серо-бурые пустынные почвы.

Горные сероземы северные приурочены к верхнему отделу подгорной равнины, поднимаются на отроги и нижние части склонов хребта. Почвообразующими породами служат легкие суглинки и супеси. Среди сероземов северных выделены роды обыкновенных и светлых. Профиль отличается слабой дифференциацией на генетические горизонты, незначительной мощностью гумусового (A+B=35-45 см) горизонта с невысоким

содержанием гумуса. Верхний горизонт палево-серого цвета, рыхлого сложения, слоеватой структуры, нижняя часть горизонта буроватого оттенка, слабо уплотнена, комковатой структуры. Карбонатно-иллювиальный горизонт выражен слабо. Реакция почвенного раствора щелочная. Почвы насыщены основаниями, не засолены. По гранулометрическому составу преобладают супесчаные и суглинистые разновидности.

Горные бурые пустынные почвы приурочены к нижним частям горных склонов. Почвообразующими породами служат элювиально-делювиальные образования коренных горных пород (супеси, суглинки, глины). В верхней части профиля местами выделяется слой щебня. Мощность гумусового (А+В) горизонта 30-35 см. Гумусовый горизонт почв бурого цвета, слоеватого сложения. Переходный горизонт коричневато-бурый, уплотненный. Содержание гумуса незначительное, максимальные значения карбонатов обнаружены в нижней части переходного горизонта. Реакция почвенного раствора щелочная. По гранулометрическому составу распространены супесчаные, легкосуглинистые и среднесуглинистые разновидности.

Горные серо-бурые пустынные почвы распространены на подгорных равнинах восточной части хребта Жетысуского Алатау, формируются на двучленных суглинисто-щебнистых делювиально-пролювиальных отложениях. Среди серо-бурых пустынных почв выделяются нормальные и солонцеватые роды. Поверхность почв перекрыта щебнистым или галечниковым панцирем, под ним располагается палево-серая, пористая, комковато-глыбистая, легкосуглинистая корка мощностью 3-6 см. Ниже залегает гумусовый буровато-серый, рыхловатый, чешуйчато-слоеватый подкорковый горизонт, переходящий в темно-бурый плотный горизонт скопления карбонатов. Глубже залегают щебнистые (галечниковые) подстилающие породы, содержащие выделения гипса. Мощность гумусового (А+В) горизонта не превышает 30-35 см. Почвы характеризуются низким содержанием гумуса, высоким содержанием карбонатов в корковом и карбонатно-иллювиальном горизонте. Реакция почвенного раствора сильнощелочная. По гранулометрическому составу преобладают среднесуглинистые разновидности.

Пояс представлен эфемероидно-злаково-полынной растительностью, развивающейся на горных сероземах северных светлых. По высоким предгорным равнинам распространены эфемероидно-сублессингово-полынные (*Artemisia sublessingiana*, *Poa bulbosa*), эфемерово-ковыльно-полынные (*Artemisia sublessingiana*, *A. terrae-albae* Krasch., *Stipa lessingiana*, *S. sareptana*, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. ex Spach., *Bromus tectorum* L.) сообщества с участием эфемероидов (*Poa bulbosa*), прутняка (*Bassia prostrata* (L.) Beck), местами с терескеном (*Krascheninnikovia ceratoides*). Наклонные слаборасчлененные подгорные равнины характеризуются формированием эфемероидно-полынных (*Artemisia sublessingiana*, *A. serotina* Bunge, *Poa bulbosa*, *Carex pachystylis* J. Gay) сообществ на горных сероземах северных обыкновенных.

На щебнистых предгорьях распространены фриганоиды с участием *Convolvulus tragacanthoides*. Встречаются тасбиюргуново-полынно-чернобоялычевые (*Salsola arbusculiformis* Drobow, *Artemisia heptapotamica* Poljakov, *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge; фото 10) и полукустарниково-ковыльно-полынные (*Artemisia heptapotamica*, *Stipa caucasica*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Salsola arbusculiformis*) остепненные пустыни на горных бурых почвах. Для подгорных равнин характерны полынно-солянковые пустыни с доминированием *Artemisia terrae-albae* и видов многолетних солянок (*Salsola laricina* Pall., *Anabasis salsa* (Ledeb.) Benth. ex Volkens, *Nanophyton erinaceum*, *Suaeda physophora* Pall., *Kalidium caspicum* (L.) Ung.-Sternb.), формирующиеся на горных серо-бурых почвах.

Для долин рек характерны березовые (*Betula pendula*, *B. tianschanica*), тополевые (*Populus laurifolia* Ledeb., *P. talassica* Kom.), ивовые (*Salix triandra* L.) галерейные леса и кустарниковые заросли (*Salix viminalis* L., *S. kirilowiana* Stschegl., *Myricaria germanica* (L.)

Desv., *Lonicera stenanta* Pojark.; фото 11), развивающиеся на пойменных лесолуговых почвах в сочетании с остепненными, настоящими и болотистыми лугами (*Dactylis glomerata*, *Phleum phleoides*, *Helictotrichon pubescens*, *Persicaria alpina* (All.) H. Gross, *Aconitum septentrionale*, *Elymus repens*, *Bromus inermis* *Medicago falcata* L., *M. lupulina* L., *Amoria hybrida*, *A. repens* (L.) C. Presl, *A. fragifera* (L.) Roskov, *Achillea millefolium*, *Origanum vulgare*, *Agrimonia asiatica* Juz., *Carex melanostachya* M. Bieb. ex Willd.) на пойменных луговых и лугово-болотных почвах, и травяными болотами (*Typha angustifolia* L., *Rumex confertus* Willd., *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) на болотных почвах.



Фото 10. Чернобоялычевые (*Salsola arbusculiformis*) предгорные пустыни (фото Л.А. Димеевой).

Вышеизложенные закономерности высотно-поясной дифференциации на основе комплексной оценки почвенного и растительного покрова показали более полную картину высотной зональности северного макросклона Жетысуского Алатау.

Горы Жетысуского Алатау расположены в пустынной зоне, вдали от влажных воздушных масс океанов и морей. Мы сравнили их с восточным склоном Кавказа, расположенным в пустынно-степной зоне, где влажный атлантический воздух с запада задерживает главный хребет. Для восточного хребта характерен континентальный (дагестанский) тип поясности, в котором кроме аридных поясов предгорных пустынь, опустыненных степей и аридных редколесий получили распространение широколиственные леса, а пояс хвойных лесов отсутствует (Зоны и типы поясности ..., 1999; Гасанов, 2009).

В отличие от Казахстанского Алтая, расположенного в степной зоне, в горах Жетысуского Алатау отсутствует пояс высокогорных тундр (Димеева и др., 2012).

С горами Северного Тянь-Шаня северный макросклон Жетысуского Алатау совпадает по типу поясности (Зайлийско-Северо-Джунгарский), но высотные границы поясов имеют различия. Западный Тянь-Шань расположен в подзоне южных пустынь, в нем нет зон степей и хвойных лесов, их заменяют пояса саванноидов и арчевых редколесий (Волкова, 2003; Усен и др., 2014).



1



2



3



4

Фото 11. Реки северного макросклона Жетысуского Алатау: 1 – р. Тополевка, 2 – р. Коксу, 3 – р. Сарканд, 4 – р. Орта-Тентек (фото Л.А. Димеевой).

Северный макросклон Жетысуского Алатау отличается от южного распределением высотных поясов. На более аридном южном макросклоне выпадает пояс мелколиственных лесов, а лесолуговой пояс фрагментарен (Рубцов, 1948; Волкова, 2003; Димеева, Аблайханов, 2014).

Выводы

Северный макросклон Жетысуского Алатау характеризуется особой структурой высотного распределения растительности и почв, в составе которой выделены следующие пояса: высокогорный нивально-скальный пояс с подпоясами ледников, снежников, фирновых полей и криопетрофитных группировок на примитивных почвенных образованиях; горно-луговой и лугово-степной альпийский пояс с кобрезиевыми и криофитными лугами на горно-луговых альпийских почвах в сочетании с высокогорными степями на высокогорных лугово-степных почвах; горно-луговой и лугово-степной субальпийский пояс со среднетравными лугами на горно-луговых субальпийских почвах и остепненными лугами на высокогорных лугово-степных темноцветных почвах, стланиковыми арчевниками на высокогорных темноцветных почвах; пояс горных темнохвойных лесов на горнолесных темноцветных почвах и настоящих мезофитных лугов на горных лугово-лесных почвах; пояс горных мелколиственных лесов на горнолесных темно-серых почвах и горных плодовых лесов на горнолесных черноземовидных почвах; степной пояс с подпоясами луговых, настоящих и опустыненных степей на горных

черноземах выщелоченных и обыкновенных, горных темно-каштановых и горных светло-каштановых почвах; пояс предгорных эфемероидно-злаково-полынных пустынь на горных сероземах северных светлых и эфемероидно-полынных пустынь на горных сероземах северных обыкновенных, остепненных эфемерово-ковыльно-полынных пустынь на горных бурых почвах и полынно-солянковых пустынь на горных серо-бурых почвах.

Выявленные закономерности высотного распределения почвенно-растительного покрова северного макросклона Жетысуского Алатау являются основой ботанико-географического районирования региона, оценки экосистемного разнообразия и его распределения по высотному градиенту. Разнообразные местообитания играют важную роль в сохранении высокого биологического разнообразия горной страны, повышении эффективности природоохранных мероприятий в период изменения климата.

Наши исследования по оценке влияния изменения климата в горных системах Западного Тянь-Шаня, Киргизского Алатау и Южного Алтая показали, что наблюдается смещение высотных поясов (Dimeyeva et al., 2015). Высотный предел обитания растений на Южном Алтае поднялся на 200-300 м (Султанова и др., 2016), на Западном Тянь-Шане – на 100 м. В Киргизском Алатау смещение высотных поясов не наблюдалось, но признаки аридизации отмечены во всех поясах.

При глобальном изменении климата наиболее уязвимыми станут редкие, эндемичные виды и виды с узкой экологической амплитудой. Важное значение в сохранении экосистемного разнообразия возлагается на Жонгар-Алатауский Государственный Национальный природный парк, созданный на северном макрослоне Жетысуского Алатау в 2010 г. Парк, расположенный на площади 356022 га и тянущийся почти на 300 км с запада на восток, обеспечивает охрану природных систем от угроз, возникающих в результате антропогенных и природных воздействий на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). 2003. СПб.: Бостон-Спектр. 424 с. 2. Быков Б.А. 1978. Геоботаника. Алма-Ата: Наука. 288 с. 3. Волкова Е.А. 2003. Растительный покров гор // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / Ред. Е.И. Рачковская, Е.А. Волкова, В.Н. Храмцов. СПб.: Бостон-Спектр. С. 167-191. 4. Гасанов Ш.Ш. 2009. Структурный анализ высотной поясности геосистем Северокавказского региона // Известия ДГПУ. № 2. С. 1-9. 5. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. 1978. Джунгарский Алатау // Физическая география СССР. М.: Мысль. С. 123-125. 6. Голоскоков В.П. 1985. Флора | <ol style="list-style-type: none"> 1. Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert area) [<i>Botanicheskaya geografiya Kazakhstana i Sredney Azii (v predelakh pustynnoy oblasti)</i>]. Saint-Petersburg: Boston-Spektr, 2003:424. 2. Bykov BA. Geobotany [<i>Geobotanika</i>]. Alma-Ata: Nauka, 1978:288. 3. Volkova EA. Vegetation cover of mountains [<i>Rastitel'nyy pokrov gor</i>] <i>Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert area)</i> [<i>Botanicheskaya geografiya Kazakhstana i Sredney Azii (v predelakh pustynnoy oblasti)</i>] / eds. E.I. Rachkovskaya, E.A. Volkova, V.N. Khramtsov. Saint-Petersburg: Boston-Spektr, 2003:167-191. 4. Gasanov ShSh. Structural analysis of the altitudinal zones of geosystems in the North Caucasus Region [<i>Strukturnyy analiz vysotnoy poyasnosti geosistem Severokavkazskogo regiona</i>]. <i>News of Dagestan State Pedagogical University DGPU</i> [<i>Izvestia DGPU</i>]. 2009;2: 1-9. 5. Gvozdetsky NA., Mikhailov NI. Dzungarian |
|---|---|

- Джунгарского Алатау. Алма-Ата: Наука. 224 с.
7. Димеева Л.А., Аблайханов Е.Т. 2014. Особенности высотной поясности растительности южного макросклона Джунгарского Алатау // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия экологическая. № 3 (42). С. 120-125.
 8. Димеева Л.А., Султанова Б.М., Огарь Н.П., Исламгулова А.Ф., Пермитина В.Н., Садвокасов Р.Е., Кердяшкин А.В., Говорухина С.А. 2012. Пространственная структура растительности хребтов Южного Алтая // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Труды международной научно-практической конференции, 28-31 августа 2012 г., Барнаул. С. 69-74.
 9. Димеева Л.А., Усен К., Калиев Б.Ш., Кердяшкин А.В., Иманалинова А.А., Говорухина С.А., Султанова Б.М., Пермитина В.Н., Салмуханбетова Ж.К. 2020. Редкие растительные сообщества северного макросклона Жетысуского Алатау // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Труды международной научно-практической конференции, 1-5 июня 2020 г., Барнаул. С. 108-113.
 10. Захаров С.А. 1934. Вертикальная зональность почв на Кавказе // Почвоведение. № 6. С. 795-823.
 11. Зонн С.В. 1983. Современные проблемы генезиса и географии почв. М.: Наука. 168 с.
 12. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. 1999. М 1:8000000. Пояснительный текст и легенда к карте / Ред. Г.Н. Огуреева. М.: Центр Интеграция: Географический факультет МГУ. 64 с.
 13. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. 1969-1972 / Ред. В.П. Голоскоков. Алма-Ата: Наука. Т. 1. 644 с.; Т. 2. 572 с.
 14. Камелин Р.В. 1973. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л.: Наука. 278 с.
 15. Карта растительности Казахстана и Алатау [*Dzhungarskiy Alatau*] Physical geography of the USSR [*Fizicheskaya geografiya SSSR*]. Moscow: Mysl', 1978:123-125.
 6. Goloskokov VP. Flora of Dzhungarsky Alatau [*Flora Dzhungarskogo Alatau*]. Alma-Ata: Nauka, 1985:224.
 7. Dimeyeva LA., Ablaihanov ET. Features of the altitudinal vegetation zonation on the southern macroslope of the Dzungarian Alatau [Osobennosti vysotnoy pooyasnosti rastitel'nosti yuzhnogo makrosklona Dzhungarskogo Alatau]. *Herald of Al-Farabi Kazakh National University. Ecology Series* [*Vestnik LazNU im. al'-Farabi. Seria ekologicheskaya*]. 2014;3(42):120-125.
 8. Dimeyeva LA., Sultanova BM., Ogar NP., Islamgulova AF., Permitina VN., Sadvokasov RYe., Kerdyashkin AV., Govorukhina SA. Spatial structure of the vegetation of the Southern Altai ridges [*Prostranstvennaya struktura rastitel'nosti khrebtov Yuzhnogo Altaya*] *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia* [*Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii*] *Proc. of the International Scientific Conference, 28-31 August, 2012, Barnaul* [*Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*]. 2012:69-74.
 9. Dimeyeva LA., Ussen K., Kaliyev BSh., Kerdyashkin AV., Imanalinova AA., Govorukhina SA., Sultanova BM., Permitina VN., Salmukhanbetova ZhK. Rare plant communities of the northern macroslope of the Zhetysu Alatau [*Redkiye rastitel'nyye soobshchestva severnogo makrosklona Zhetysuskogo Alatau*] *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia* [*Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii*] *Proc. of the International Scientific Conference, 1-5 June, 2020, Barnaul* [*Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*]. 2020:108-113.
 10. Zakharov SA. 1934. Vertical zoning of soils in the Caucasus [*Vertikal'naya zonal'nost' pochv na Kavkaze*] *Soil Science* [*Pochvovedeniye*]. 1934;6:795-823.
 11. Zonn SV. Modern problems of genesis and geography of soils [*Sovremennyye problemy*

- Средней Азии (в пределах пустынной области). 1995. М 1:2500000. Санкт-Петербург.
16. Классификация и диагностика почв СССР. 1977. М.: Колос. 223 с.
 17. Красная книга Казахстана. 2014. Т. 2: Растения / Ред. И.О. Байтулин. Астана: АртPrint XXI. 452 с.
 18. Лавренко Е.М. 1964. Типы вертикальной поясности растительности в горах СССР // Современные проблемы географии. М.: Наука. С. 189-195.
 19. Огуреева Г.Н., Бочарников М.В. 2017. Оробиомы как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия горных территорий // Экосистемы: экология и динамика. Т. 1. № 2. С. 52-81.
 20. Пачикин К.М. 1991. Почвы и почвенный покров северного склона Джунгарского Алатау: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата. 24 с.
 21. Пачикин К.М., Соколов С.И., Пачикина Л.И. 1996. Почвы и почвенный покров северного склона Джунгарского Алатау. Алма-Ата: Наука. 260 с.
 22. Пачикин К.М., Насыров Р.М., Соколов А.А. 2016. Почвы и почвенный покров Алтын-Эмельского национального парка // Труды Государственного национального природного парка «Алтын-Эмель». Вып. 2. Алматы: Tethys. С. 33-44.
 23. Пермитина В.Н., Султанова Б.М., Курмантаева А.А. 2015. Оценка экосистемного разнообразия предгорий Джунгарского Алатау // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития: сборник научных статей по материалам Международной конференции, 8-10 сентября 2015 г., Улан-Батор. Т. 1. С. 185-189.
 24. Пермитина В.Н. 2008. Почвы и почвенный покров Алакольского заповедника // Труды Алакольского государственного природного *genezisa i geografii pochv*. Moscow: Nauka, 1983:168.
 12. Zones and types of vegetation zonation in Russia and neighboring territories [*Zony i tipy poyasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nykh territoriy*]. Scale 1:8000000. Explanatory text and legend for the map [*Poyasnitel'nyy tekst i legenda k karte*] / ed. G.N. Ogureeva. Moscow: Tsentr Integratsiya, Faculty of Geography, Moscow State University, 1999:64.
 13. Illustrated guide to plants of Kazakhstan [*Illyustrirovannyu opreditel' rasteniy Kazakhstana*] / ed. V.P. Goloskokov. Alma-Ata: Nauka, 1969-1972;1:644;2:572.
 14. Kamelin RV. Florogenetic analysis of the natural flora of mountainous Central Asia [*Florogeneticheskiy analiz yestestvennoy flory gornoy Sredney Azii*]. Leningrad: Nauka, 1973:278.
 15. Vegetation map of Kazakhstan and Central Asia (within the desert area) [*Karta rastitel'nosti Kazakhstana i Sredney Azii (v predelakh pustynnoy oblasti)*]. Scale 1:2500000. Saint-Petersburg, 1995.
 16. Classification and diagnostics of the USSR soils [*Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR*]. Moscow: Kolos, 1977:223.
 17. The Red Data Book of Kazakhstan: Plants [*Krasnaya kniga Kazakhstana*] / ed. I.O. Baytulin. Astana: АртPrint XXI, 2014;2:452.
 18. Lavrenko EM. Types of vertical zonation of vegetation in the mountains of the USSR [*Tipy vertikal'noy poyasnosti rastitel'nosti v gorakh SSSR*] *Modern problems of geography [Sovremennyye problemy geografii]*. Moscow: Nauka, 1964:189-195.
 19. Ogureeva GN, Bocharnikov MV. Orobiomes as basic units of regional assessment of biodiversity in the mountain territories [*Orobiomy kak bazovyie yedinitiy regional'noy otsenki bioraznoobraziya gornyx territoriy*]. *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. 2017;(1) 2:52-81.
 20. Pachikin KM. Soils and soil cover of the northern slope of the Dzhungar Alatau [*Pochvy i pochvennyy pokrov severnogo sklona Dzhungarskogo Alatau*] Abstract of Ph.D. dissertation. Alma-Ata, 1991:24.

- заповедника. Алматы: Tethys. Т. 2. С. 6-20.
25. Плантариум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2020 [Электронный ресурс <http://www.plantarium.ru> (дата обращения 09.02.2021)].
 26. Полевая геоботаника. 1959-1976. М.-Л.: Наука. Т. 1. 498 с.; Т. 2. 500 с.; Т. 3. 530 с.; Т. 4. 336 с.; Т. 5. 320 с.
 27. Полевой определитель почв России. 2008 / Ред. К.Т. Острикова. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 182 с.
 28. Почвенная съемка. Руководство по полевым исследованиям и картированию почв. 1959. М.: АН СССР. 340 с.
 29. Почвенно-географическое районирование СССР (в связи с сельскохозяйственным использованием земель). 1962. М.: АН СССР. 422 с.
 30. Рельеф Казахстана. 1991. Пояснительная записка к геоморфологической карте Казахской ССР, М 1:1500000. Алма-Ата: Гылым. Ч. 2. С. 33-34.
 31. Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы. 2006. Алматы: Print-S. Т. 1. 506 с.
 32. Роде А.А. 1971. Система методов исследования в почвоведении. Новосибирск: Наука. 92 с.
 33. Розанов Б.Г. 2004. Морфология почв. М: Академический проект. 432 с.
 34. Рубцов Н.И. 1946. О ботанико-географических связях Джунгарского Алатау с Алтаем и Тянь-Шанем // Бюллетень МОИП. Отделение: Биологическое, Новая серия. Т. 51. Вып. 6. С. 70-77.
 35. Рубцов Н.И. 1948. Растительный покров Джунгарского Алатау. Алма-Ата: АН КазССР. 184 с.
 36. Соколов С.И., Ассинг И.А., Курмангалиев А.Б., Серпиков С.А. 1962. Почвы Алма-Атинской области // Почвы Казахской ССР. Алма-Ата: АН
 21. Pachikin KM., Sokolov SI., Pachikina LI. Soils and soil cover of the northern slope of the Dzhungar Alatau [*Pochvy i pochvennyy pokrov severnogo sklona Dzhungarskogo Alatau*]. Alma-Ata: Nauka, 1996:260.
 22. Pachikin KM., Nasyrov PM., Sokolov AA. Soils and soil cover of Altyn-Emel National Park [*Pochvy i pochvennyy pokrov Altyn-Emel'skogo natsional'nogo parka*] *Proc. of the State National Natural Park "Altyn-Emel" [Trudy Gosudarstvennogo natsional'nogo prirodnogo parka Altyn-Emel']*. Almaty: Tethys, 2016;2:33-44.
 23. Permitina VN., Sultanova BM., Kurmantayeva AA. Assessment of ecosystem diversity in the foothills of the Dzhungar Alatau [*Otsenka ekosistemnoy raznoobraziya predgoriy Dzhungarskogo Alatau*] *Ecosystems of Central Asia in modern conditions of socio-economic development, Proc. of the International Conference, 8-10 September, 2015 [Ekosistemy Tsentral'noy Azii v sovremennykh usloviyakh sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: materialy Mezhdunarodnoy konferentsii]*. Ulaanbaatar. 2015;1:185-189.
 24. Permitina VN. Soils and soil cover of the Alaol Nature Reserve [*Pochvy i pochvennyy pokrov Alakol'skogo zapovednika*] *Proc. of the Alaol State Nature Reserve [Trudy Alakol'skogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika]*. Almaty: Tethys, 2008;2:6-20.
 25. Plantarium: open online atlas-identifier for plants and lichens in Russia and adjacent countries [*Plantarium: otkrytyy onlayn atlas-opredelitel' rasteniy i lishaynikov Rossii i sopredel'nykh stran*]. 2007-2020, available at: <http://www.plantarium.ru> (Accessed 02/09/2021).
 26. Field geobotany [*Polevaya geobotanika*]. Moscow, Leningrad: Nauka, 1959-1976;1:498;2:500;3:530;4:336;5:320.
 27. Identification guide to soils of Russia [*Polevoy opredelitel' pochv Rossii*] / ed. K.T. Ostrikova. Moscow: Dokuchaev Soil Institute, 2008:182.
 28. Soil survey [*Pochvennaya s'yemka*]. *Field survey and soil mapping manual [Rukovodstvo po polevym issledovaniyam i kartirovaniyu*

- КазССР. Вып. 4. 423 с.
37. Султанова Б.М., Димеева Л.А., Исламгулова А.Ф. 2014. Ботаническое разнообразие Южного Алтая в условиях изменения климата // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Труды XIII международной научно-практической конференции, 20-23 октября 2014 г., Барнаул. С. 196-200.
 38. Усен К., Димеева Л.А., Исламгулова А.Ф., Зверев Н.Е. 2014. Особенности высотной поясности Западного Тянь-Шаня в пределах Казахстана // Материалы Республиканской конференции «Биоразнообразие, сохранение и рациональное использование генофонда растений и животных», 9-10 сентября 2014, Ташкент. С. 202-204.
 39. Федорович Б.А. 1969. Схема природного районирования // Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Наука. С. 289-307.
 40. Флора Казахстана. 1956-1966 / Ред. Н.В. Павлов. Алма-Ата: АН КазССР. Т. 1. 354 с.; Т. 2. 292 с.; Т. 3. 460 с.; Т. 4. 548 с.; Т. 5. 515 с.; Т. 6. 465 с.; Т. 7. 497 с.; Т. 8. 447 с.; Т. 9. 640 с.
 41. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. 2004. Классификация и диагностика почв. Смоленск: Ойкумена. 342 с.
 42. Dimeyeva L.A., Sitpayeva G.T., Sultanova B.M., Ussen K., Islamgulova A.F. 2015. High-Altitude Flora and Vegetation of Kazakhstan and Climate Change Impacts // Climate Change Impacts on High-Altitude Ecosystems / Eds. M. Ozturk, K.R. Hakeem, I. Faridah-Hanum, R. Efe. Springer International Publishing Switzerland. 1-48 p.
 43. The Plant List. 2013. Version 1.1 [Электронный ресурс <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения 12.01.2021)].
 44. *pochvy*. Moscow: AN SSSR, 1959:340.
 45. Soil-geographical zonation of the USSR (under the agricultural land use) [*Pochvenno-geograficheskoye rayonirovaniye SSSR (v svyazi s sel'skokhozyaystvennym ispol'zovaniyem zemel')*]. Moscow: AN SSSR, 1962: 422.
 46. Relief of Kazakhstan (Explanatory note to the Geomorphological map of the Kazakh SSR [*Rel'yef Kazakhstana (Poyasnitel'naya zapiska k geomorfologicheskoy karte Kazakhskoy SSR)*]. Scale 1:1500000. Alma-Ata: Gylm, 1991;2:33-34.
 47. The Republic of Kazakhstan. Natural conditions and resources [*Respublika Kazakhstan. Prirodnyye usloviya i resursy*]. Almaty: Print-S, 2006;1:506.
 48. Rode AA. System of research methods in soil science [*Sistema metodov issledovaniya v pochvovedenii*]. Novosibirsk: Nauka, 1971:92.
 49. Rozanov BG. Morphology of soils [*Morfologiya pochvy*]. Moscow: Akademicheskii proyekt, 2004:432.
 50. Rubtsov NI. About botanical and geographical connections of the Dzhungar Alatau with Altai and Tien Shan [O botaniko-geograficheskikh svyazyakh Dzhungarskogo Alatau s Altayem i Tyan'-Shanem] *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Series: Biology, New Series* [Byulleten' MOIP. Otdeleniye: Biologicheskoye, Novaya Seriya]. 1946;(51) 6:70-77.
 51. Rubtsov NI. Vegetation cover of the Dzhungarian Alatau [*Rastitel'nyy pokrov Dzhungarskogo Alatau*]. Alma-Ata: AN KazSSR, 1948:184.
 52. Sokolov SI., Assing IA., Kurmangaliyev AB., Serpikov SA. Soils of the Alma-Ata region [*Pochvy Alma-Atinskoy oblasti*] *Soils of the Kazakh SSR* [*Pochvy Kazakhskoy SSR*]. Alma-Ata: AN KazSSR, 1962;4:423.
 53. Sultanova BM., Dimeyeva LA., Islamgulova AF. Botanical diversity of Southern Altai under climate change [*Botanicheskoye raznoobraziye Yuzhnogo Altaya v usloviyakh izmeneniya klimata*] *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia* [*Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii*] *Proc. of the XIII International Scientific and Practical Conference*, 20-23

- October, 2014, Barnaul [*Trudy XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*]. Barnaul, 2014:196-200.
38. Ussen K., Dimeyeva LA., Islamgulova AF., Zverev NE. Features of altitudinal zonality of the Western Tien Shan within Kazakhstan [*Osobennosti vysotnoy poyasnosti Zapadnogo Tyan'-Shanya v predelakh Kazakhstana*] *Proc. of Republican conference "Biodiversity, conservation and rational use of the gene pool of plants and animals"*, September 9-10, 2014, Tashkent [*Materialy Respublikanskoy konferentsii "Bioraznoobraziye, sokhraneniye i ratsional'noye ispol'zovaniye genofonda rasteniy i zivotnykh"*]. 2014:202-204.
39. Fedorovich BA. Natural zoning scheme [*Skhema prirodnogo rayonirovaniya*] *Natural environment and natural resources of the USSR [Prirodnyye usloviya i yestestvennyye resursy SSSR]*. Moscow: Nauka, 1969:289-307.
40. Flora of Kazakhstan [*Flora Kazakhstana*] / ed. N.V. Pavlov. Alma-Ata: AN KazSSR, 1956-1966; 1:354; 2:292; 3:460; 4:548; 5:515; 6:465; 7:497; 8:447; 9:640.
41. Shishov LL., Tonkonogov VD., Lebedeva II., Gerasimova MI. Classification and diagnostics of soils [*Klassifikatsiya i diagnostika pochv*]. Smolensk: Oykumena, 2004:342.
42. Dimeyeva LA., Sitpayeva GT., Sultanova BM., Ussen K., Islamgulova AF. High-Altitude Flora and Vegetation of Kazakhstan and Climate Change Impacts. *Climate Change Impacts on High-Altitude Ecosystems* / eds. M. Ozturk, K.R. Hakeem, I. Faridah-Hanum, R. Efe. Springer International Publishing Switzerland, 2015:1-48.
43. The Plant List, Version 1.1. 2013, available at: <http://www.theplantlist.org> (Accessed 01/12/2021).

===== STRUCTURAL ORGANIZATION OF ECOSYSTEMS AND PATTERNS
OF THEIR DISTRIBUTION =====

UDC 581.553; 502.753(235.221)

**ALTITUDINAL DIFFERENTIATION OF SOIL AND VEGETATION COVER OF THE
NORTHERN MACROSLOPE OF THE ZHETYSU ALATAU (KAZAKHSTAN)¹**

© 2021. V.N. Permitina*, L.A. Dimeyeva*, K. Ussen*, B.M. Sultanova*, B.Sh. Kaliev** **

**Institute of Botany and Phytointroduction of the Committee for Science
of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
Kazakhstan, 050040, Almaty, Timiryazeva Str., 36D. E-mail: v.permitina@mail.ru*

***Kazakh National Agrarian University
Kazakhstan, 050010, Almaty, Abay Avenue, 8. E-mail: l.dimeyeva@mail.ru*

Received March 12, 2021. After revision May 01, 2021. Accepted June 01, 2021.

Zhetysu (Dzungarian) Alatau is a wide mountain range in the southeast of Kazakhstan, between the deserts of Turan in Kazakhstan and Central Asia, and the deserts of Dzungaria in Central Asia. The vegetation and soil cover of this region is heterogeneous due to the diversity of their formation conditions. The main ridge is combined with two parallel macroslopes, the northern and southern, with different structure of altitudinal zonation. Due to the vast amount of factual data required for analysis of the spatial patterns of the soil and vegetation cover on the ridge, and for construction of a wholesome picture of its altitudinal zones, we took a particular interest in the study of the altitudinal differentiation of the northern macroslope.

We distinguished the following zones: mountainous nival-rocky with the subbelts of glaciers, rocks and cryopetrophytic groups; mountain meadow and meadow steppe alpine; mountain meadow and meadow steppe subalpine; dark coniferous forests and meadows; small-leaved forests; mountain steppe with the subbelts of meadow, typical and desert steppes; piedmont deserts. We provide the vegetation and soil cover characteristics for each belt.

The revealed patterns of the altitudinal distribution of the soil and vegetation cover of the northern macroslope of the Zhetysu Alatau can be used to carry out a fractional botanical and geographical zonation, evaluate the ecosystem diversity and its distribution throughout the altitudes, improve efficiency of the measures for nature protection during the period of climate changes, as well as to assess the threats caused by the anthropogenic and natural impacts.

Keywords: altitudinal zonation, Zhetysu Alatau, soils, vegetation, northern macroslope.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10083

The Zhetysu (Dzungarian) Alatau is a ridge of mountains and intermont hollows that stretch in East West direction (Fig. 1). The conditional border between the northern and southern macroslopes is a highland hollow with the Koksuy River (Kazakhstan) and Bortala River (China) (Gvozdetsky,

¹ The study was carried out on the basis of the programs of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan No. 0113PK00940 "Botanical diversity of the wild species related to the cultivated plants as a source of the enrichment and preservation of the gene pool of the agrobiodiversity to implement the food program" (2013-2015), No. BR05236546 "The Kazakhstan state botanical gardens implementation of the actual scientific and practical tasks of the Global Strategy for Plant Conservation as a sustainable system for biodiversity maintenance" (2018-2020); and the program of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan No. BR10264557 "Cadastral assessment of the current ecological state of flora and plant resources of the Almaty region as a scientific basis for effective management of resource potential" (2021).

Mikhailov, 1978; The Republic of Kazakhstan, 2006).

The northern macroslope includes the northern and eastern slopes of the ridge and its peripheral spurs. The northern slope has a stepped system of ridges and hollows that declines in northern direction, while the altitudes decrease in western direction.

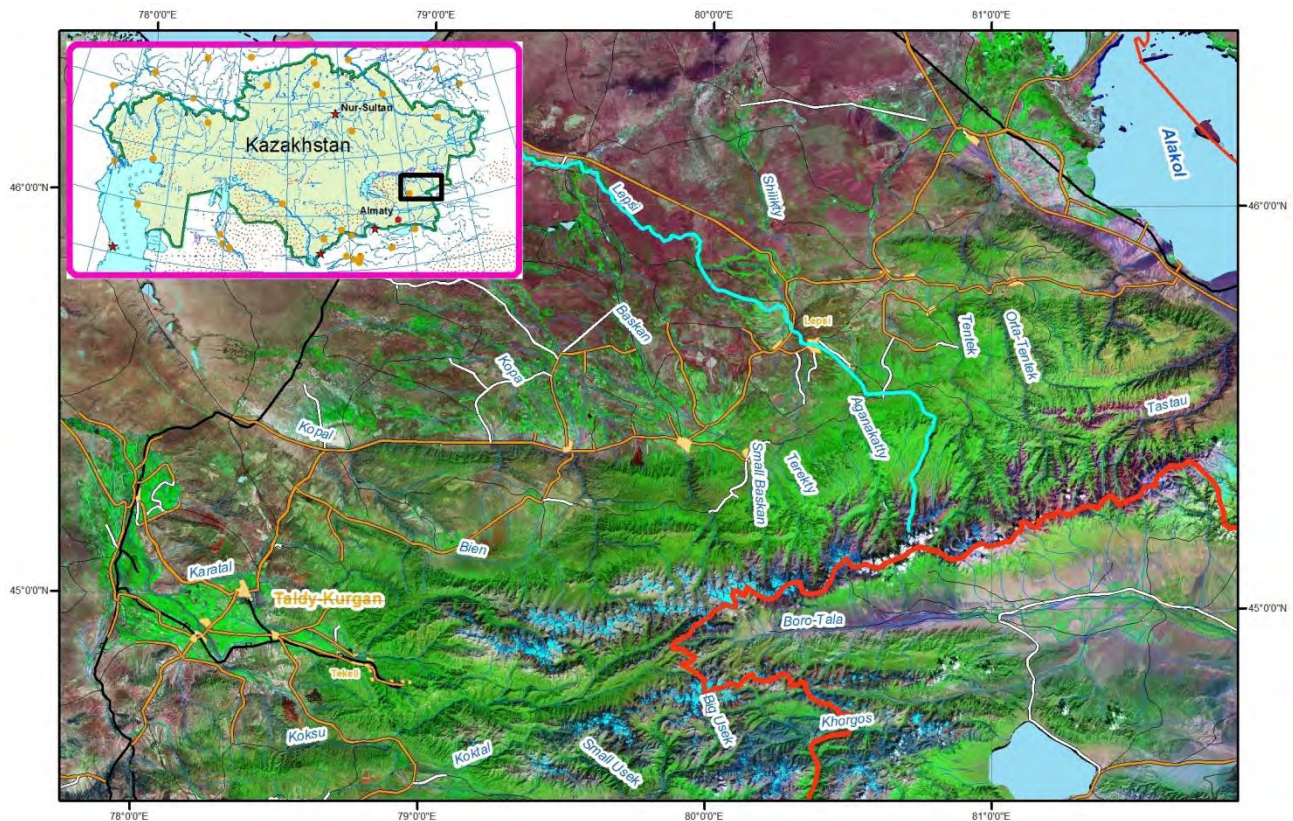


Fig. 1. Schematic map of the studied region.

The distribution of the severely dissected relief is limited, but the subdued highland relief is developed much better. It is represented with smoothed plateau-like surfaces and the glacial ones in the nival zone, occupied with glaciers and firns, over which the rocky peaks and ridges stretch (Relief of Kazakhstan ..., 1991). The residual glacial (moraine) steps are located below and merge upon the decline with the smoothed surfaces, developed within the mid-mountain relief. This relief is characterized by the two main types: smoothed, formed by the ancient leveling surfaces, and steep, formed by the dissected slopes of deep river valleys. On the border of the mid-mountain zone there is a series of extended hollows, fenced by the low, discontinuous mountains belt on the outside. The strip of foothills is represented by erosional, erosional-accumulative hilly-wavy foothill, alluvial-proluvial and deluvial-proluvial sloped flat foothill plains.

Mountain zonation depends on the climatic, geological and orographic features of the mountain system. The structure of the vertical zonation of the soil and vegetation cover is territorially heterogeneous, variable and diverse. Among the factors that determine the altitudinal borders of the vertical landscape zones, the spatial location of the ridge relative to the air masses, its height, relief and terrain dissection, slopes aspect, composition of the soil-forming and bedrock play the main role. The aridity of the territory increases from west to east and together with bioclimatic conditions determines the variation of zones and subzones along with their altitudinal boundaries. In addition, on the slopes of the southern aspect these boundaries are shifted upward in contrast with the northern aspect, which determines the variations of the altitude limits.

Altitudinal zonation of landscapes in different parts of the mountain system depends on the aspect and slopes steepness, which can be seen in the inversion processes of the soil and vegetation cover (disturbed order of altitudinal zones/belts), migration (deviation of zones boundaries), interference (attenuation or fallout of some zones; Zakharov, 1934). Continentality and climatic (latitudinal) zonation affects the formation of altitudinal zonation.

A complex systematic approach to studying the patterns of distribution and formation of vegetation cover and ecological conditions of habitats, such as relief, slopes aspects and soil type, on the northern macroslope of the Zhetysu Alatau gives us an opportunity to determine the altitudinal differentiation in a more accurate way. We used zonal type of vegetation and zonal type of soils as the main criteria to distinguish altitudinal belts.

A zone/belt is an altitudinal level in the mountains, hummocks and low mountains, with the dominance of a certain type of soil and vegetation. Each zone has a unique hydrothermal regime with a specific indicator of the ratio between heat and moisture in the heterogeneous geological structure and geomorphological forms. A subzone is a part of a bigger zone with a certain structure of the dominant plant communities, bound to different types and subtypes of soils (Lavrenko, 1964). The boundaries of belts and subbelts are the borders of the altitudinal distribution of a certain type of vegetation (Ogureeva, Bocharnikov, 2017) and soil.

The change of subzones in the vegetation cover can be diagnosed by the indicators of the plant communities structure, such as a set of life forms; dominant species composition; ratio of ecological groups of species (mesophytes, xerophytes, etc.); ratio of phytocenotic groups of species (meadow-steppe, steppe, etc.). In the soil cover this change can be diagnosed by the change in the morphogenetic soil properties in their type or subtype, hydrothermal regime and features of the soil cover structure.

On the highest parts of the main ridges the landscape belongs to a glacial-nival high-altitudinal zone, located above 3200-3300 m on the northern slope, and above 3500-3800 m on the southern slope (Sokolov et al., 1962; Pachikin, 1991; Pachikin et al., 1996, 2016). Those peaks of the main ridges of the Zhetysu Alatau that are higher than 2400 m, are occupied with highland meadows. On the slopes of northern aspect the mountain-meadow alpine and subalpine soils prevail, while the highland meadow-steppe soils prevail on the southern ones. The highland steppe soils can be found on the steep southern slopes. In the highland zone the inversion phenomena take place, causing the alpine soils to descend into the subalpine belt.

In the mid-mountains with mountain meadow-forest vegetation the meadows are bound to the mountain-meadow chernozem-like soils, and forests are spread on the mountain-forest dark soils. Together with coniferous forests the mesophytic forest meadows with mountain forest-meadow soils are widespread on the northern slopes, while the mountain meadow steppes with mountain meadow-steppe soils can be found on the southern slopes. In the mid-mountains the small-leaved forests are also common, under which the mountain-forest dark grey and mountain-forest chernozem-like soils are formed.

The mountain-steppe zone is formed in the low mountains of the dissected steep relief. The desert sagebrush-fescue-feather grass steppes dominate in the lower piedmont-low-mountain zone. The low-mountain feather grass and fescue-feather grass steppes are spread further along the altitudinal profile and turn into forb-bunch grass meadow steppes higher on it, where the merging of mountain chernozems and mountain-steppe soils, mountain dark chestnut and mountain light chestnut soils prevails.

Semi-desert and desert piedmonts are occupied with grey soils, which are replaced with the mountain chestnut soils on the front ridges and spurs in the low mountains and with mountain chernozems in the mid-mountains (Permitina, 2008; Permitina et al., 2015).

The Zhetysu Alatau has a very high botanical diversity. By its natural characteristics it stands between Tien Shan, a typical mountain system of Central Asia, and mountains of the Southern

Siberia. Its flora is thoroughly studied; its richness (2168 species) and high amount of endemics (76 species) are well-known (Goloskokov, 1985). The Altai-Siberian floral elements have a strong influence on its northern macroslope. According to R.V. Kamelin (1973), a border between the mountain Siberian and North Tien Shan floras can be drawn along the boundary between the northern and southern macroslopes. The vegetation cover of the Zhetysu Alatau was described in the classic works of N.I. Rubtsov (1946, 1948), who was the first one to determine the features of the altitudinal zonation of these slopes. The general patterns of vegetation distribution are shown on the small scale (1:2500000) "Vegetation Map of Kazakhstan and Central Asia" (1995).

By its soil-geographical zonation (Soil-geographical zonation of the USSR ..., 1962; Fedorovich, 1969) the Zhetysu Alatau is considered as an element of the Northern Tien Shan mountain province. By the botanical-geographical zonation its northern macroslope belongs to the Dzungar-North Tien Shan province, North Dzungar mountain subprovince with an Trans-Ile - North Dzungar type of altitudinal zonality (Volkova, 2003). N.I. Rubtsov (1948) considered the northern slope to be a part of the Northern Dzungarian district of the Dzungarian geobotanical region. According to N.I. Rubtsov, its altitudinal belts are as follows: alpine, subalpine, forest-meadow, steppe, semi-desert and desert.

Objects and Methods of the Study

The objects of our study are the vegetation and soil covers of the northern macroslope of the Zhetysu Alatau.

The field researches were carried out in 2015 on 37 key plots between 916 m (Topolevka River) and 2136 m above sea level (Segizbay Pass), and in 2018-2019 on 83 key plots between 777 m (Bayturbau area) and 3078 m (near Upper Zhasylkol Lake). We used the traditional soil and geobotanical methods (Soil survey ..., 1959; Field geobotany, 1959-1976; Bykov, 1978). The comparative-geographical method was used for the soil studies (Rode, 1971; Zonn, 1983). It included comparison of the soils properties and factors of soil formation that determined their genesis, patterns of their spatial distribution, formation of their cover structure and structure of vertical zonation in the given mountain conditions. To diagnose and characterize the soil properties we made soil profiles within the area of distribution of certain soil types and subtypes. To describe the genetic profile we used the morphological methods (Rozanov, 2004) and clarified them on the basis of analytical data. The taxonomic determination of soil types, subtypes and varieties was carried out according to the accepted classifications (Classification and diagnostics ..., 1977; Shishov et al., 2004; Identification guide ..., 2008).

The field geobotanical studies included a method of landscape-ecological profiling and description of the main plant communities. The boundaries of belts, subbelts and detailed geobotanical descriptions of plant communities were recorded with GPS. Geobotanical descriptions by profiles were carried out for each type of vegetation, taking into account the diversity of communities and ecological conditions on the sample plots (100 m²). To describe the vegetation we used the geobotanical forms that included sections to record the landscape main components (relief and soils), moisture conditions, factors that affected vegetation (natural or anthropogenic). The floristic composition of the communities was determined on the sample plots; for each species we recorder the following characteristics: height, level, abundance (O. Drude's scale), vital state (A.A. Grossheim's scale), phenological phase, general and specific projective cover, nature of distribution. The main criteria for assigning a certain community to its zone were the height above sea level, dominant types of vegetation and soils. During the study the steepness, slopes aspect, microrelief and water sources determined the diversity of communities and ecological-physiognomic vegetation categories within the belt or subbelt. We identified the plant species during the office processing of the collected material (Flora of Kazakhstan, 1956-1966; Illustrated

guide ..., 1969-1972). The taxonomy of species is given according to Plantarium (2020) and The Plant List (2013).

Results and Discussion

To characterize the altitudinal zonation of the northern slope of the Zhetysu Alatau we used the literature sources and materials of the field studies that were carried out in the recent years on the basis of the complex research of the soils and vegetation cover.

High mountain nival-rocky belt (>3100 (3200) m above sea level (a.s.l.)

Subbelt of glaciers, snow fields and firns. Soil and vegetation cover are absent.

Subbelt of cryopetrophytic groups occupies the rocky ridges, trough valleys, moraines and rockslides. It is represented by the sporadic subnival species (*Waldheimia tridactylites* Kar. ex Kir., *Thylacospermum caespitosum* (Cambess.) Schischk., *Saxifraga oppositifolia* L., *S. flagellaris* Willd. ex Sternb., *Poa versicolor* Besser, *Ranunculus kamchaticus* DC, *Erysimum altaicum* C.A. Mey., *Silene uralensis* subsp. *apetala* (L.) Bocquet, *Carex nigricans* C.A. Mey., *Sibbaldia tetrandra* Bunge, *Cerastium lithospermifolium* Fisch.) that develop on the primal soil formations.

Mountain-meadow and meadow-steppe alpine belt (2700 (2750)-3100 (3200) m a.s.l.)

It is located on the steep slopes and severely dissected, high mountain, subdued relief. The soils are mountain-meadow alpine, and occupy the slopes of the northern and similar aspects, as well as smoothed surfaces of high mountain plateaus with the forming alpine meadows with low grasses. The slopes of southern and southwestern aspects are occupied with high mountain meadow-steppe alpine soils that form under the high mountain meadow steppes. Rarely, the hydromorphic high mountain meadow-bog peaty soils can be found in the deep boggy depressions.

Mountain-meadow alpine soils occupy the relatively gentle northern and northwestern slopes of the ridge. The soil-forming rocks are poorly sorted eluvial-deluvial and glacier rubble formations. Among the mountain-meadow soils the mountain-meadow alpine turf and mountain-meadow alpine turf-peaty types are distinguished. The turf horizon is common for thin profiles. This horizon is replaced with low mineralized turf-peaty one in the turf-peaty types of soils. The humus horizon (A+B=30-50 cm) is greyish-brown, highly humid, loose and lumpy, with a significant amount of rubble and with a marl of thick rocks under it. The soils are significantly humic in the turf horizon, highly acidic, leached off the carbonates, but are not rich with bases and not saline. The medium and heavy clay loamy sediments are dominant in the grain composition.

High mountain meadow-steppe soils of the alpine zone are poorly developed, their profile is thin and filled with rocky fractions. The humus horizon merges into bedrock on the ridges and upper parts of the slopes. In the lower parts of the slopes and intermont hollows where the colluvial and deluvial matter accumulates, the profile can reach significant depth. The depth of the humus horizon (A+B) is 30-45 cm, poorly structured, light brown and highly humic, the amount of which declines with depth. Under the humus horizon the carbonate build-ups are found in the soils of the upper part of the slopes, while in the lower parts the leached soils can be found. The rubbly clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

On the border of the alpine and nival zones along the rocky slopes, rockslides and cliffs the low-herb kobresia-grass-forb meadows develop on the mountain-meadow alpine soils. The communities include *Kobresia capillifolia* (Decne.) C.B. Clarke, *Poa alpina* L., *Gentiana algida* Pall., *Saxifraga sibirica* L., *Aster alpinus* L., *Doronicum turkestanicum* Cavill., *Eritrichium villosum* (Ledeb.) Bunge, *Erigeron oreades* (Schrenk) Fisch. & C.A. Mey., *Swertia marginata* Schrenk, *Saussurea involucreta* Matsum. & Koidz., *Gentiana algida* Pall., *Taraxacum songoricum* Schischk., *Silene graminifolia* Otth, *Gastrolychnis brachypetala* Tolm. & Kozuh. (Dimeyeva et al., 2020; photo 1).



Photo 1. Alpine meadows with low grass (left) with participation of the Red Data Book of Kazakhstan (2014) species *Saussurea involucreta* (right) (photo by B.Sh. Kaliev).

For the western part of the ridge the meadows with *Kobresia capillifolia* and cryophytic low-herb meadows with (*Persicaria vivipara* (L.) Ronse Decr., *Primula algida* Adams, *Festuca kryloviana* Reverd., *Poa alpina*, *Viola altaica* Ker Gawl., *Gentiana algida*) are common (photo 2), forming on the mountain-meadow alpine soils with high mountain steppes (*Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Poa versicolor*, *Helictotrichon tianschanicum* (Roshev.) Henrard) on the high mountain meadow-steppe soils that cover the gentle slopes and moraine deposits. The pure kobresia meadows with single inclusions of other species (*Persicaria vivipara*, *Papaver nudicaule* L., *Antennaria rosea* subsp. *confinis* (Greene) R.J. Bayer, *Thalictrum alpinum* L.) cover the convex parts of slopes of the southern aspect and positive parts of meso- and microrelief. Kobresia-forb meadows (*Kobresia capillifolia*, *Primula algida*, *Swertia marginata*, *Comastoma falcatum* (Turcz.) Toyok., *Aster alpinus*, *Leontopodium ochroleucum* Beauverd, *Gagea serotina* (L.) Ker Gawl., *Androsace septentrionalis* L., *Viola kunawurensis* Royle), and sometimes with *Carex titovii* V. I. Krecz. and *Luzula multiflora* subsp. *sibirica* V. I. Krecz., *L. spicata* (L.) DC., can be found in the more humid places on the high mountain meadow-bog soils, in depressions, hollows, ravines and slopes of northern aspect.

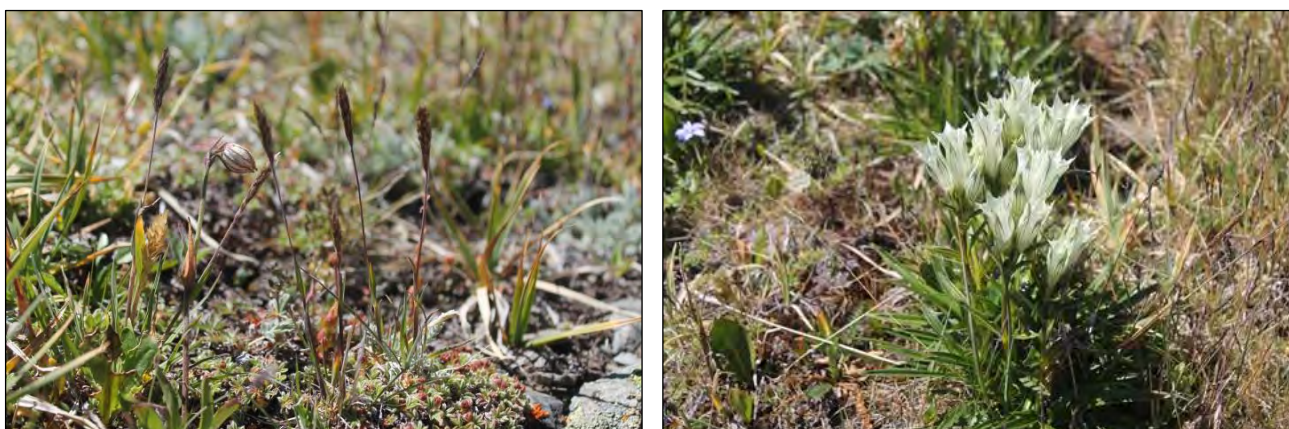


Photo 2. Alpine meadows with Kobresia and forbs: *Kobresia capillifolia* is on the left, *Gentiana algida* on the right (photo by B.Sh. Kaliev).

The rocky-rubblly slopes of different steepness and orientation are covered with cryophytic meadows with low herbs. The prevailing species in their composition are *Sibbaldia tetrandra*, *Potentilla nivea* L., *Oxytropis lapponica* (Wachlenb.) J. Gay, *O. chionobia* Bunge, *Thylacospermum caespitosum*, *Androsace umbellata* (Lour.) Merr., *Antennaria rosea*, *Primula algida*, *Potentilla freyniana* Bornm., *Erigeron alpinus* L., *Poa alpina*, *Myosotis sylvatica* Hoffm., *Viola altaica*, *Minuartia kryloviana* Schischk. These meadows develop on the mountain-meadow alpine thin rubblly soils. The vegetation on the steep rocky slopes is sparse.

The floristic composition of the kobresia meadows in the eastern part of the high mountain zone includes *Stipa martinovskyi* Klok., *S. regeliana* Hach. In the small bogs the sedges are widespread (*Carex melanantha* C.A. Mey., *C. parva* Nees, *C. enervis* C.A. Mey., *C. canescens* L.), with *Parnassia laxmannii* Pall. ex Schult. and *Pedicularis violascens* Schrenk. *Arctous alpina* (L.) Niedenzu and *Eriophorum scheuchzeri* Hoppe are very rare. The bogged areas with high mountain meadow-bog soils are overgrown with cereals (*Poa attenuata* Trin., *P. alpigena* Lindm., *Festuca rubra* L., *Trisetum spicatum* (L.) K. Richt., *Phleum alpinum* L., *Alopecurus magellanicus* Lam.), sedges (*Carex parallela* (Laest.) Sommerf., *C. melanantha*, *C. tristis* M. Bieb., *Luzula pallescens* Sw., *L. spicata*), and *Juncus triglumis* L.

Mountain-meadow and meadow-steppe subalpine belt (2200 (2250)-2700 (2750) m a.s.l.)

It occupies the lower level of the high mountain. The relief is formed with the plateau-like peaks, steep slopes of different aspects and intermont valleys. The soil cover consists of mountain-meadow subalpine and high mountain meadow-steppe dark soils.

Mountain-meadow subalpine soils form in the lower part of the mountain-meadow zone. The soils are common for the plateau-like peaks of the ridge and the most smoothed parts of the slopes of the northern and northwestern aspects. The soil-forming rocks are eluvial-deluvial and glacier, averagely sorted rubble deposits. In the morphological profile the turf and humus horizons are prominent, have a dark grey color and granular structure. The depth of the turf horizon is 10-15 cm, the depth of the humus (A+B) is 50-65 cm. The soils are highly humic in the surface turf horizon, but the amount of humus abruptly decreases with depth. The soils are not rich with bases, are not saline, leached of carbonates; the soil solution reaction is acidic. The medium and heavy clay loamy rubblly sediments are prevalent in the grain composition.

High mountain meadow-steppe dark soils are common for the steep slopes of the southern and southwestern aspects with developed meadow-steppe vegetation and elfin juniper woods. The thin peaty humus horizon on the upper part of the slopes is dark black and positioned on the coarse deposits. The soils on the gentle slopes and smoothed watersheds have a more developed profile, turf layer and multiple horizons. The depth of the humus horizon (A+B) is only 30-35 cm, dark brown, granular-powdery and highly humic. The soil solution reaction is neutral or mildly alkaline. The heavy clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

In this belt the mid-herb grass-forb meadows are widespread (*Alchemilla bungei* Juz., *A. sibirica* Zamelis, *Pilosella aurantiaca* (L.) F. W. Schultz & Sch. Bip., *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, *Poa versicolor*, *Dactylis glomerata* L., *Papaver nudicaule*, *Lupinaster pentaphyllus* Moench, *Veronica spuria* L., *Achillea millefolium* L., *Aconitum anthora* L., *Allium obliquum* L.) on the mountain-meadow subalpine soils that sometimes alternate with communities of *Juniperus pseudosabina* Fisch. ex C.A. Mey. on the high mountain dark soils.

In the western meadows of the ridge the prevailing species are *Alchemilla* and *Geranium* (*Alchemilla sibirica* Zamelis, *Geranium saxatile* Kar. ex Kir., *G. albiflorum* Ledeb., *Pedicularis dolichorrhiza* Schrenk, *Dracocephalum imberbe* Bunge, *Astragalus alpinus* L., *Persicaria vivipara*, *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Alopecurus pratensis* L., *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Schult. & Schult. f.) and grass-forb (*Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis* L., *Milium effusum* L., *Persicaria bistorta* (L.) Samp., *Solidago virgaurea* L., *Rhodiola rosea* L., *Dianthus kuschakewiczii*

Regel et Schmalh., *D. turkestanicus* Preobr., *Prunella vulgaris* L., *Trollius altaicus* C.A. Mey., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Conium maculatum* L., *Galium boreale* L., *Achillea millefolium*, *Campanula glomerata* L.) meadows, forming on the mountain-meadow subalpine soils. These meadows are common for the silt slopes, mostly of the northern and eastern aspects (photo 3).



Photo 3. Subalpine mid-herb meadows (left) with the Red Data Book of Kazakhstan (2014) species (right) *Rhodiola rosea* (photo by B.Sh. Kaliev).

In the eastern part of the northern macroslope the mesophytic-forb and steppe meadows are widespread on the high mountain meadow-steppe dark soils. The phytocenoses include *Persicaria bistorta*, *Alchemilla bungei*, *Viola altaica*, *Aster alpinus*, *Erigeron azureus* Regel. ex M. Pop., *Schulzia crinita* (Pall.) Spreng., *Euphorbia alata* Boiss., *Galium verum* L., *Poa attenuata*, *Phleum phleoides*, *Festuca rupicola* Heuff., *Antennaria rosea*. The grass layer is dense, with no dominant species. At the lower border the mid-herb meadows with participation of *Pilosella aurantiaca*, *Alchemilla bungei*, *Poa versicolor* Besser., *Dactylis glomerata*, *Papaver croceum* L., *Veronica spuria*, *Achillea millefolium*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Aconitum anthora*, *Allium obliquum* are formed.

In the high mountains the steppes are represented by grass associations, the main background of which is formed with *Festuca valesiaca* and *F. rupicola*, as well as *Helictotrichon tianschanicum* and *Poa pratensis*, *P. angustifolia*. The species diversity of Festuca steppes is formed with abundant forbs (*Androsace dasyphylla*, *Leontopodium leontopodioides*, *Potentilla nervosa*, *Galium verum*, *Veronica spicata*) and bunch grasses (*Koeleria gracilis*, *Stipa capillata*).

Belt of mountain dark coniferous forests and meadows (1700 (1800)-2200 (2250) m a.s.l.)

This belt is located within the mid-mountain and low mountain averagely and slightly dissected relief, as well as in the intermont valleys and mountain sloping plateaus (photo 4). In its lower part the relief is subdued due to the distribution of the loess loams. The eluvial-deluvial and deluvial rubbly clay loams are also present. The soil cover is formed with the mountain-forest dark soils and mountain meadow-forest soils.

Mountain-forest dark soils are located on the steep outer and inner slopes of the northern, northeastern and northwestern aspects. In the severely dissected relief they form a continuous belt. When the subdued relief develops, they occupy the steep slopes of river valleys. The soil-forming rocks are deluvial-eluvial deposits of varied composition. The profile has a forest litter on the surface; the horizon is peaty, brown and powdery; under it an isolated horizon is dark colored,

granular-lumpy and includes rubble. The subhorizon is rubbly, with siliceous powdering. The depth of the humus horizon (A+B) is 45-65 cm. The soils are highly humic in the litter layer, but humus decreases with depth. The soils are not rich with bases; the soil solution reaction is acidic; the heavy clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

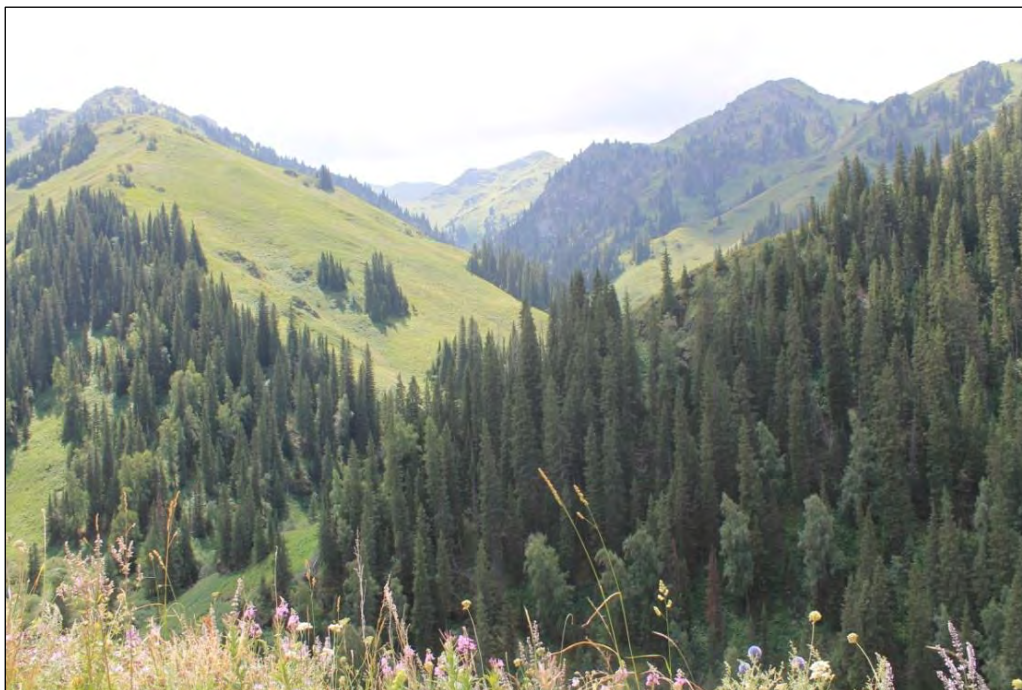


Photo 4. Belt of mountain dark coniferous forests and meadows (photo by L.A. Dimeyeva).

Mountain meadow-forest soils occupy the steep slopes of the southern and western aspects and combine with mountain-forest dark, mountain meadow-steppe and mountain-steppe xeromorphic soils. The soil-forming rocks are eluvial-deluvial rubbly clay loams. The upper horizon is grey-brown, slightly pressed, granular, and merges into the pressed horizon of powdery-lumpy structure. The depth of the humus horizon (A+B) is 50-100 cm. The soils are highly humic, acidic, but are not rich with bases. The medium and heavy clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

The dark coniferous forests develop on the mountain-forest dark soils. In the western part of the ridge they occupy the steep western and northwestern slopes of ravines, represented by spruce forests (*Picea schrenkiana* Fisch. ex C.A. Mey.) of park-like kind; in the more humid areas they also include *Abies sibirica* Ledeb. The forests with herbs (*Rubus saxatilis* L., *Polypodium vulgare* L., *Campanula glomerata* L., *Solidago virgaurea* L., *Thalictrum minus* L., *T. simplex* L., *Dianthus superbus* L., *Polemonium caeruleum* L., *Codonopsis clematidea* (Schrenk) C.B. Clarke), herb-mosses (*Thuidium abietinum* (Hedw.) Schimp., *Aconitum leucostomum* Vorosch., *Geum urbanum* L., *Bupleurum longifolium* L., *Aegopodium podagraria* L., *Poa nemoralis* L., *Polemonium caeruleum*), mosses (*Thuidium abietinum*, *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst.), bushes (*Lonicera humilis* Kar. & Kir., *L. webbiana* Wall. ex DC., *L. hispida* Pall. ex Schult., *L. caerulea* L., *L. microphylla* Willd. ex Schult., *Rosa beggeriana* Schrenk ex Fisch. & C.A. Mey., *R. albertii* Regel, *R. spinosissima* L., *Berberis heteropoda* Schrenk, *Cotoneaster multiflorus* Bunge, *C. melanocarpus* Fisch. ex Blytt., *Ribes meyeri* Maxim.) and forests with dead cover and sporadic bushes (*Rubus idaeus* L., *Ribes aciculare* Sm.) are also widespread there. In the upper part of the forest-meadow zone the areas with *Juniperus pseudosabina* and sporadic spruces are spread, formed on the dark soils of high mountains (photo 5).



Photo 5. *Juniperus pseudosabina* on the edge of the forest-meadow belt (photo L.A. Dimeyeva).

In the coniferous forests of the eastern part of the ridge the true spruce forests with a closed canopy are developed, mainly on the northern slopes of the ravines. The spruce forests on the northwestern and western slopes with meridional location have a well-developed undergrowth and grass layer. The spruce canopy on the steep slopes with rocky outcrops is entirely closed, with a moss cover of *Thuidium abietinum* developed under it.

The western part of the northern macroslope is covered with the typical mesophytic meadows with the prevailing *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Helictotrichon pubescens*, *Aconitum septentrionale* Koelle, *Sanguisorba alpina* Bunge., *Aconogonon alpinum* (All.) Schur. These meadows are formed on the mountain meadow-forest soils. Together with the typical meadows, there grass-forb steppe meadows are widespread here, developing on the mountain meadow-steppe soils. The communities include cereals (*Phleum phleoides*, *Poa versicolor*, *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult, *Festuca rupicola*) and forbs (*Origanum vulgare* L., *Achillea millefolium*, *Hypericum perforatum* L., *Thalictrum minus*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Aconogonon alpinum*, *Phlomidoides pratensis* (Kar. & Kir.) Adylov, Kamelin & Makhm., *Tanacetum vulgare* L.); the layers are well-pronounced.

The eastern meadows are represented by thick and high grasses. The most developed phytocenoses are the ones with the dominant *Dactylis glomerata* and *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth. Usually these communities include sedges (*Carex praecox* Schreb., *C. leersii* F.W.Schultz, *C. caucasica* Stev.), legumes (*Vicia tenuifolia* Roth, *V. sepium* L., *V. cracca* L., *Medicago falcata* L., *Trifolium repens* L., *T. pratense* L., *Lathyrus pratensis* L.), as well as *Aconitum septentrionale*, *Achillea millefolium*, *Bunium setaceum* (Schrenk) H. Wolff, *Hieracium virosum* Pall., *Thalictrum minus*, *Fragaria viridis* Weston, *Origanum vulgare* L. Some species are less abundant: *Alcea froloviana* (Litv.) Iljin, *Aquilegia karelinii* (Baker) O. Fedtsch. & B. Fedtsch., *Bupleurum longifolium*, *Crepis sibirica* L., *Delphinium elatum* L., *Geranium saxatile*, *Gentianella aurea* (L.) H. Smith, *Hypericum hirsutum* L., *Rhaponiticum carthamoides* (Willd.) Iljin (photo 6).

Belt of mountain small-leaved forests (1200 (1250)-1700 (1800) m a.s.l.)

This belt is located at the lower border of the spruce forest, occupying the eroded slopes of the

northern and northeastern aspects, ancient river valleys and plateau-like peaks. The soils cover is represented by the mountain-forest dark grey soils on the northern slopes, combining and merging with mountain-forest chernozem-like soils, mountain podzolic and leached chernozems. The mountain meadow-steppe soils are common on the slopes of the southern and sometimes eastern aspects. The mountain typical chernozems are spread in the intermont valleys.



Photo 6. Mid-mountain meadows with high grass and the Red Data Book of Kazakhstan (2014) species *Rhaponticum carthamoides* (photo by L.A. Dimeyeva).

Mountain-forest dark grey soils are formed in the lower level of the mid-mountain relief, on the steep slopes of the northern aspect. They form individual massifs, sometimes making homogeneous profiles under the small-leaved forests. The soil-forming rocks are loess and eluvial-deluvial rubbly clay loams. The forest litter is prominent on the surface, the depth of the humus horizon is 40-50 cm, the horizon is dark black-grey, highly humic, The soil solution reaction is neutral or mildly acidic. The medium clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

Mountain-forest chernozem-like soils are formed in the low or sometimes mid-mountain relief. The soil-forming rocks are loess loams on the eluvial-deluvial rubbly deposits. The leached types are the most developed among the mountain-forest chernozem-like soils. The depth of the humus horizon is 70-80 cm, the horizon is black-grey and granular. The soils are highly humic and deeply leached of the carbonates. The medium clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

Mountain leached and podzolic chernozems are widespread on the gentle slopes of the northern and northwestern aspects, forming individual massifs. The soil-forming rocks are eluvial-deluvial deposits. The profile is greyish-brown or greyish-black in the upper horizon, loose or slightly pressed, finely granular. The lower horizon is paler and lumpy. In the lower part of the humus horizon of podzolic chernozems there is a developing soil powdering. The depth of the humus horizon (A+B) is 70-120 cm. The soils are highly humic. The soil solution reaction is neutral. The light clay and heavy clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

Mountain meadow-steppe soils are located mostly on the slopes of the southern aspects and

merge with mountain-forest and mountain forest-meadow soils. The soil-forming rocks are eluvial-deluvial clay loams. The humic-accumulative horizon of the profile is grey-brown, slightly pressed and powdery-lumpy. The subhorizon is lighter by color, pressed and less structured. The depth of the humus horizon (A+B) is 30-100 cm. The soils are highly humic, but the humus decreases with the depth. The soil solution reaction is mildly acidic, but neutral in the deeper horizons. The heavy clay loamy sediments are widespread in the grain composition.

The small-leaved forests form separate massifs and are rarely dense (photo 7). Along the slopes of the northern aspects the grass-bushes aspen, aspen-birch and birch forests are spread (*Populus tremula* L., *Betula pendula* Roth, *B. tianschanica* Rupr.), sometimes with spruce (*Picea schrenkiana*) and fir (*Abies sibirica*), with undergrowth of bushes (*Lonicera webbiana*, *Rubus idaeus*, *Ribes nigrum* L.) and layer of heliophobic herbs (*Aegopodium podagraria*, *A. alpestre* Ledeb., *Delphinium elatum*, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm., *Impatiens noli-tangere* L.) and mesophilic cereals (*Poa nemoralis*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium pinnatum*) that form on the mountain-forest dark grey soils. Forests with *Betula procurva* Litv. and *Populus tremula* are fragmentary, with the undergrowth of bushes (*Berberis heteropoda*, *Rosa beggeriana*). The grass cover is sparse and usually includes *Poa versicolor*, *Lathyrus humilis* (Ser.) Spreng., *L. transsilvanicus* (Spreng.) Rchb., *Codonopsis clematidea*, *Dactylis glomerata*, *Aegopodium podagraria*, *Geranium rectum* Trautv., *Bupleurum longifolium*, *Hypericum hirsutum*, *Anthriscus sylvestris*.



Photo 7. Spring aspect of mountain small-leaved forests with the Red Data Book of Kazakhstan (2014) species – *Malus sieversii* (photo by B.Sh. Kaliev).

Mountain fruit forests consist of *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. and *Sorbus tianschanica* Rupr. and form along the slopes of the northern aspects on the mountain-forest chernozem-like soils. These forests include *Populus tremula*, rarely *Betula pendula* and *B. tianschanica*, along with such bushes as *Rosa beggeriana*, *R. platyacantha* Schrenk, *Rubus idaeus*, *Lonicera microphylla* Willd. ex Schult., *Crataegus almaatensis* Pojark., *Berberis heteropoda* Schrenk, *Rhamnus cathartica* L. The herbaceous layer is represented by mixed and sod grasses: *Alopecurus pratensis*,

Dactylis glomerata, *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv., *Aegopodium podagraria*, *Polygonum songaricum* Schrenk ex Fisch. & C.A. Mey., *Aconogonon alpinum*, *Bupleurum longifolium*, *Lathyrus transsilvanicus*, *Poa nemoralis*, *Tanacetum vulgare*, *Campanula glomerata*, *Ligusticum discolor* Ledeb., *Urtica dioica* L., *Milium effusum* L., *Inula helenium* L. (Dimeyeva et al., 2020).

Steppe belt (800-1700 m a.s.l.)

This belt includes three subbelts: meadow steppes (1200 (1250)-1700 m a.s.l.), typical steppes (1000-1200 (1250) m a.s.l.), desert steppes (800-1000 m a.s.l.).

Subbelt of the meadow steppes is located in the lower part of the dark coniferous forests. Its relief is represented by the gentle slopes of the main ridge of the northern and northwestern aspects and plateau-like surfaces of some ridges and uplands. Its soils cover consists of mountain leached chernozems and mountain typical chernozems that combine with mountain-forest chernozem-like and mountain meadow-steppe soils.

Mountain typical chernozems develop on the illuvial-deluvial rubbly clay loamy deposits. The depth of the humus horizon (A+B) is 75-100 cm. The soil profile has a surface turf horizon, is granular like the humus horizon, loose or slightly pressed and greyish-black. The subhorizon has carbonate build-ups. The soils are highly humic. The soil solution reaction is slightly acidic, close to neutral; the reaction of carbonate horizons is alkaline. The medium and heavy clay loamy sediments are prevalent in the grain composition.

The meadow steppe communities are formed with the steppe and meadow species: *Festuca valesiaca*, *Stipa zalesskii* Wilensky, *Poa versicolor*, *Phleum phleoides*, *Dactylis glomerata*; and species of *Thalictrum*, *Hedysarum*, *Galium*, *Medicago* genera. The subbelt is represented by the rich forb-feather grass (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Poa versicolor*, *Ligusticum discolor*, *Peucedanum morisonii* Besser, *Achillea millefolium*) and forb-fescue (*Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum* (Less.) Pilg., *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata* L., *Phlomoides tuberosa* (L.) Moench) communities that form on the leached chernozems. The species composition includes *Stipa capillata* L., *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng, *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *M. albus* Medic., *Amoria hybrida* (L.) C. Presl, *Achillea millefolium*, *Salvia deserta* Schangin, *Potentilla inclinata* Vill., *Elymus repens* (L.) Gould, *Phleum pratense* L., *Crepis sibirica*, *Alcea froloviana*, *Heraclium sphondylium* subsp. *montanum* (Schleich. ex Gaudin) Briq., *Anthriscus sylvestris*, *Verbascum orientale* (L.) All., *Bromus inermis* Leyss., *Origanum vulgare*, *Fragaria viridis*.

Subbelt of the typical steppes in the central and eastern parts of the ridge is represented by the mixed grasses and sod grasses (photo 8). Its soil cover is formed with mountain common chernozems and mountain typical chernozems that combine with mountain-steppe thermoxeromorphic and mountain meadow-steppe soils. The lower part of the piedmont plain is characterized by the dark chestnut soils that merge with mountain-steppe soils.

Mountain common chernozems occupy the slopes of the northern and eastern aspects. The soil-forming rocks are eluvial-deluvial rubble or loess loams. The type of normal chernozems is prevailing. The humus horizon is of middle depth (A+B=45-70 cm); its upper part is an isolated turf horizon. The humus-accumulative is dark grey, slightly pressed and granular; the humus-illuvial is light brown, pressed, powdery-granular or lumpy-granular. The soils are medium and low humic. The soil solution reaction is almost neutral. The middle clay loamy sediments are dominant in the grain composition.

Mountain steppe thermoxeromorphic soils are formed on the steep slopes of the southern, southeastern and southwestern aspects, merging with mountain chernozems and rarely with mountain-forest dark grey and mountain chernozem-like soils, forming on the eluvial-deluvial rubble-rock deposits. The humus horizon is of low and middle depth, the profile is poorly developed and highly rubbly-rocky. The depth of the humus horizon (A+B) is 35-50 cm. The upper horizon is dark grey, powdery-lumpy; under it the horizon is dark brown, lumpy-nut-like,

transitioning into the rubbly bedrock. The upper horizon can be low and strongly humic. The soil solution reaction changes from mildly acidic to alkaline. The soils are rich with bases. The light, medium and heavy clay loamy sediments are widespread in the grain composition.



Photo 8. Steppe with *Stipa capillata* (photo by K. Ussen).

Mountain-steppe poorly developed soils are common for the southern steep slopes and narrow plateaus of the ridges and some mountains. The soil-forming rocks belong to eluvial-deluvial formations. The profile is of low depth, poorly developed and rubbly-rocky. The depth of the humus horizon (A+B) is 35-40 cm. The upper horizon is dark grey and powdery-granular; under it the horizon is dark brown and lumpy-nut-like. The humus amounts in the upper horizon vary widely. The soil solution reaction is mildly acidic and alkaline. The light and medium clay loamy sediments are dominant in the grain composition.

Dark chestnut soils are formed on the mountain slopes (on the peripheral ridges only), distinguished as mountain soils, and in the intermont valleys, on the piedmont steeply-wavy plains, distinguished as piedmont soils. The soil-forming rocks eluvial-deluvial rubbly and loess clay loams. The upper part consists of turf horizon, under which the horizon is dark brown-grey and granular-lumpy. The following subhorizon is greyish-brown and lumpy. The depth of the humus horizon (A+B) is 45-55 cm. Its lower part includes carbonates. The upper horizon is low humic, unlike it is in the chernozems, and rich with bases. The soil solution reaction is neutral and mildly alkaline. The light and medium clay loamy sediments are dominant in the grain composition.

This subbelt is represented by the development of *Festuca*, mixed forb-feather grass-fescue (*Festuca valesiaca*, *Stipa caucasica* Schmalh., *S. capillata*, *S. lessingiana*, *S. kirghisorum* P. Smirn., *Koeleria macrantha*, *Poa versicolor*, *Bromus inermis*, *Sedum hybridum* L., *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Ziziphora clinopodioides* Lam., *Salvia dumetorum* Andr. ex Besser, *S. nemorosa* L., *Patrinia intermedia* (Hornem.) Roem. ex Schult.) communities with ephemerooids (*Poa bulbosa* L.) and bushes (*Spiraea hypericifolia* L., *Prunus prostrata* Labill., *Cotoneaster*

melanocarpus Fisch. ex A. Blytt, *Lonicera microphylla* Willd. ex Schult.), forb-fescue-feather grass (*Stipa zalesskii*, *S. capillata*, *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Phlomoides pratensis*, *Medicago falcata*, *Salvia dumetorum*, *Galium verum*, *Thalictrum minus*, *Alcea froloviana*) steppes, formed on the common chernozems.

The upper part of the piedmont sloped plain is covered with forb-bunch grasses (*Festuca valesiaca*, *Helictotrichon desertorum*, *Stipa zalesskii*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Phlomoides pratensis*, *Salvia dumetorum*, *Medicago falcata*) steppes, partially with bushes (*Spiraea hypericifolia*, *Athraphaxis frutescens* (L.) K. Koch etc.), frequently with *Rosa platyacantha* Schrenk on the mountain leached chernozems.

The wide intermont valleys are occupied with forb-bunch grass (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Stipa zalesskii*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Lathyrus pratensis*, *Galium verum*, *Thalictrum minus*, *Salvia dumetorum*, *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Thymus serpyllum* L., *Achillea millefolium*, *Artemisia dracunculus* L.) steppe communities, developing on the mountain typical chernozems.

The mountain xeropetrophytic steppes are formed by steppe cereals (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *Koeleria splendens* C. Presl, *Phleum phleoides*), xeropetrophytic forbs (*Ziziphora clinopodioides*, *Thymus serpyllum*, *Patrinia intermedia*, *Ajania fastigiata* (C. Winkl.) Poljak., *Hypericum scabrum* L.) and bushes (*Spiraea hypericifolia*, *Athraphaxis frutescens* etc.) on the mountain-steppe xeropetrophytic soils along the slopes of southern aspects.

The mountain-steppe, poorly developed soils are occupied with petrophytic forb-bunch grasses (*Sedum hybridum*, *Ziziphora clinopodioides* subsp. *bungeana* (Juz.) Rech. f., *Patrinia intermedia*, *Festuca valesiaca*, *Stipa caucasica*).

The dark chestnut soils are covered with fescue and feather grass-fescue dry steppes (*Festuca valesiaca*, *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *S. kirghisorum*, *Koeleria macrantha*, *Phleum phleoides*, *Koeleria splendens*) with the poor xerophytic (*Verbascum phoeniceum* L., *Salvia dumetorum* etc.) and xeropetrophytic (*Ziziphora clinopodioides*, *Thymus serpyllum*, *Patrinia intermedia*, *Ajania fastigiata*, *Hypericum scabrum*) forbs and *Poa bulbosa*. These communities usually include *Helictotrichon desertorum*, *Festuca rupicola*, *Phlomoides pratensis*, *Verbascum phoeniceum*, *Allium splendens* Willd. ex Schult. ex Schult. fil. and *Eremurus altaicus* (Pall.) Stev. The communities of the wide intermont valleys are abundant with forbs (*Galium verum*, *Thymus pulegioides* subsp. *pannonicus* (All.) Kerguelen, *Salvia dumetorum*, *Thalictrum minus*, *Artemisia dracunculus*, *A. austriaca* Jacq., *Lathyrus pratensis* etc.).

Subbelt of desert steppes occupies the lower part of the mountain-steppe zone and is represented by the piedmont sloped plain. Its soil cover is formed with the mountain light chestnut soils and mountain grey soils.

Light chestnut soils are common for plateaus, middle and lower parts of the piedmont plains and occupy the upper part of the piedmont semidesert zone, including the foothill sloped plain and peripheral parts of the low mountains, where they occupy the northern aspect slopes and merge with grey soils. The soil-forming rocks are eluvial-deluvial rubbly clay loams. The depth of the humus horizon (A+B) is 50-75 cm. The upper horizons are powdery-lumpy, lumpy and pressed. The lower part of the humus horizon includes carbonate build-ups. The upper horizon is low humic. The soil solution reaction is alkaline. These soils are rich with bases and are not saline. The medium clay loamy sediments are dominant in the grain composition.

Mountain common grey soils are widespread on the steep and gentle mountain slopes, on the upper and lower parts of the foothill sloping plains, lower parts of the slopes, intermont plains, upper terraces of the river valleys and narrow plateaus. The soils are represented by the north subtypes of common and light grey soils. The soil-forming rocks are eluvial-deluvial rubbly clay loams. The depth of the humus horizon (A+B) is 30-50 cm. The profile has a poor differentiation by its genetic horizons, is low humic with low amount of humus, and its carbonate-illuvial horizon is

poorly developed. The soil solution reaction is alkaline, the soils are non-saline, the medium clay loamy sediments are dominant in the grain composition.

The vegetation cover is dominated with ephemeroïd-sagebrush-bunch grass communities, formed on the light chestnut soils. The desert steppes are mostly spread in the west of the macroslope. The dominant cereals are *Stipa sareptana* A. Beck., *S. capillata*, *S. lessingiana*, *S. caucasica* and *Festuca valesiaca*; the most common sagebrush is *Artemisia sublessingiana* Krasch. ex Poljakov, with a significant amount of *Poa bulbosa*. The sedge-sagebrush-fescue communities with bushes (*Festuca valesiaca*, *Artemisia sublessingiana*, *A. frigida* Willd., *Carex stenophylla* subsp. *stenophylloides* (V.I. Krecz.) T.V. Egorova, *Spiraea hypericifolia*, *Juniperus pseudosabina*), sagebrush-bindweed-feather grass (*Stipa sareptana*, *Convolvulus tragacanthoides* Turcz., *Artemisia sublessingiana*), sagebrush-bunch grass (*Stipa sareptana*, *S. lessingiana*, *S. caucasica*, *Festuca valesiaca*, *Artemisia sublessingiana*), forb-sagebrush-bunch grass (*Festuca valesiaca*, *Koeleria macrantha*, *Stipa capillata*, *Artemisia sublessingiana*, *Rhaponticoides ruthenica* (Lam.) M.V. Agab. & Greuter, *Achillea millefolium*) are spread there as well, with bushes communities (*Spiraea hypericifolia*, *Rosa platyacantha*, *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldenst.; photo 9).



Photo 9. Combination of the sagebrush-bunch grass steppes and bushes (photo by K. Ussen).

Piedmont Desert belt (600-800 m a.s.l.)

This zone belongs to the upper part of montane plain, lower part of mountain slopes and lower belt of low mountains. Its relief is a piedmont sloped plain, assembled by the gravelly-sandy, sandy and sabulous formations, with Arkharly, Arganaty and Kyskash low mountains. Its vegetation is ephemeral (ephemeroïd)-sagebrush and saltwort-sagebrush. The soil cover includes mountain grey soils, mountain brown soils and mountain grey-brown desert soils.

Mountain northern grey soils are common for the upper part of the piedmont plain, climbing up onto the spurs and lower parts of the ridge slopes. The soil-forming rocks are light clay loam and sandy loam. The grey soils are divided in common and light ones. The profile is slightly differentiated into its genetic horizons; the depth of its humus horizon is insignificant (A+B=35-

45 cm), humus composition is low. The upper horizon is pale yellow-grey, loose, layered, its bottom part is brown, slightly pressed and lumpy. The carbonate-illuvial horizon is weakly presented. The soil solution has an alkaline reaction. The soils are rich with bases and are not saline. The sabulous and loamy sediments are dominant in the grain composition.

Mountain brown desert soils are common for the lower parts of the mountains slopes. The soil-forming rocks are illuvial-deluvial formations of mountain bedrocks (sandy loams, clay loams, clays). The upper profile part fractionally includes a layer of rubble. The depth of the humus horizon (A+B) is 30-35 cm, it is brown and slightly layered. The subhorizon is dark brownish and pressed. Its humus composition is insignificant, the max carbonate amounts are in its bottom part. The soil solution has an alkaline reaction. The sabulous, light and medium loamy sediments are prevalent in the grain composition.

Mountain grey-brown desert soils are common for the piedmont plains of the eastern part of the Dzungarian Alatau ridge, forming on the binomial deluvial-proluvial deposits of clay loam and rubble. These soils are divided in common and solonchic ones. Their surface is covered with a rubble and pebble shell, with a yellow-grey, spongy, lumpy-blocky, light clay loamy crust of 3-6 cm. Under it there is a humus brown-grey, loose, scaly-layered horizon that turns into a dark brown pressed horizon of carbonates deposit. The depth is laid with rubble (pebble) bedrocks with gypsum build-ups. The depth of the humus (A+B) horizon is 30-35 cm. The soils composition of humus is low, while the carbonates are high in the crust and carbonate-illuvial horizon. The soil solution has a strongly alkaline reaction. The medium clay loam sediments are prevalent in the grain composition.

This belt is represented by the ephemeroïd-grass-sagebrush vegetation on the mountain light northern grey soils. The high piedmont plains are occupied with ephemeroïd-sagebrush (*A. sublessingiana*, *Poa bulbosa*) and ephemeral-feather grass-sagebrush (*Artemisia sublessingiana*, *A. terrae-albae* Krasch., *Stipa lessingiana*, *S. sareptana*, *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. ex Spach., *Bromus tectorum* L.) communities with *Poa bulbosa*, *Bassia prostrata* (L.) Beck, and partially with *Krascheninnikovia ceratoides*. The sloped and poorly broken piedmont plains are occupied with the ephemeroïd-sagebrush (*Artemisia sublessingiana*, *A. serotina* Bunge, *Poa bulbosa*, *Carex pachystylis* J. Gay) communities on the mountain northern common grey soils.

The rubble foothills are covered with phryganoids with *Convolvulus tragacanthoides*. The nanophyton-sagebrush-saltwort (*Salsola arbusculiformis* Drobow, *Artemisia heptapotamica* Poljakov, *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge; photo 10) and semishrub-feather grass-sagebrush (*Artemisia heptapotamica*, *Stipa caucasica*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Salsola arbusculiformis*) steppe deserts can be found on the mountain brown soils. For the foothill plains are the sagebrush-saltwort deserts with co-dominating *Artemisia terrae-albae* and perennial saltworts (*Salsola laricina* Pall., *Anabasis salsa* (Ledeb.) Benth. ex Volkens, *Nanophyton erinaceum*, *Suaeda physophora* Pall., *Kalidium caspicum* (L.) Ung.-Sternb.) are common, forming on the mountain grey-brown soils.

The river valleys are represented by birch (*Betula pendula*, *B. tianschanica*), poplar (*Populus laurifolia* Ledeb., *P. talassica* Kom.), willow (*Salix triandra* L.) gallery woodlands and bushes (*Salix viminalis* L., *S. kirilowiana* Stschegl., *Myricaria germanica* (L.) Desv., *Lonicera stenanta* Pojark.; photo 11), forming on the floodplain forest-meadow soils with steppe, typical and swamp meadows (*Dactylis glomerata*, *Phleum phleoides*, *Helictotrichon pubescens*, *Persicaria alpina* (All.) H. Gross, *Aconitum septentrionale*, *Elymus repens*, *Bromus inermis* *Medicago falcata* L., *M. lupulina* L., *Amoria hybrida*, *A. repens* (L.) C. Presl, *A. fragifera* (L.) Roskov, *Achillea millefolium*, *Origanum vulgare*, *Agrimonia asiatica* Juz., *Carex melanostachya* M. Bieb. ex Willd.) on the floodplain meadow and meadow-boggy soils, as well as grass fens (*Typha angustifolia* L., *Rumex confertus* Willd., *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) on the boggy soils.

The foresaid patterns of the altitudinal differentiation on the basis of the complex assessment of

the soil and vegetation cover showed us a more complete picture of the altitudinal zonation of the the Zhetysu Alatau northern slope.



Photo 10. Piedmont deserts with *Salsola arbusculiformis* (photo by L.A. Dimeyeva).

The mountains of the Zhetysu Alatau are located in a desert zone, far from humid air of the oceans and seas. We compared them to the eastern slope of Caucasus, located in the desert-steppe zone, where the main ridge blocks the humid Atlantic air from the west. For the eastern ridge a continental (Dagestan) type of altitudinal zonality is common. There, aside from the arid belts of the piedmont deserts, desert steppes and arid woodlands, the broad-leaved forests are widespread, while the coniferous woods are absent (Zones and types of vegetation ..., 1999; Gasanov, 2009).

Unlike the Kazakh Altai which is located in the steppe zone, there is no high mountain tundra in the mountains of the Zhetysu Alatau (Dimeyeva et al., 2012).

The northern macroslope of the Zhetysu Alatau and the mountains of the Northern Tien Shan has the same type of altitudinal zonality (Trans-Ile-North-Dzungar), but their altitudinal boundaries are different. Western Tien Shan is located in the subzone of the southern deserts, with no steppes and coniferous forests which are replaced with belts of savannoids and open juniper woodlands (Volkova, 2003; Ussen et al., 2014).

The northern macroslope of the Zhetysu Alatau differs from the southern one by the distribution of its altitudinal belts. In the higher aridity of the southern slope the small-leaved forest belt is absent, while the forest meadow belt is fragmentary (Rubtsov, 1948; Volkova, 2003; Dimeyeva, Ablaikhanov, 2014).

Conclusions

The northern macroslope of the Zhetysu Alatau has a specific structure of altitudinal distribution of vegetation and soils. It is divided in the following belts: high mountain nival-rocky with the subbelts of glaciers, snow fields, firs and cryopetrophytic groups on the primal soil formations; mountain-meadow and meadow-steppe alpine with kobresia and cryophytic meadows on the mountain-meadow alpine soils, with combination of high mountain steppes on the high

mountain meadow-steppe soils; mountain-meadow and meadow-steppe subalpine with mid-herb meadows on the mountain-meadow subalpine soils and steppe meadows on the high mountain meadow-steppe dark soils, with elfin juniper woods on the high mountain dark soils; mountain dark coniferous forests on the mountain-forest dark soils and typical mesophytic meadows on the mountain meadow-forest soils; mountain small-leaved forests on the mountain-forest dark grey soils and mountain fruit forests on the mountain-forest chernozem-like soils; steppe with the subbelts of meadow steppes, typical steppes and desert steppes on the mountain leached and common chernozems, mountain dark and light chestnut soils; piedmont ephemeroïd-grass-sagebrush deserts on the mountain northern light grey soils and ephemeroïd-sagebrush deserts on the mountain northern common grey soils, ephemeral-feather grass-sagebrush steppe deserts on the mountain brown soils and sagebrush-saltwort deserts on the mountain grey-brown soils.



1



2



3



4

Photo 11. Rivers of the northern macroslope of the Zhetysu Alatau: 1 – Topolevka, 2 – Koku, 3 – Sarkand, 4 – Orta-Tenrek (photo by L.A. Dimeyeva).

The determined patterns of the altitudinal distribution of the soil and vegetation cover of the northern macroslope are the basis for the botanical and geographical zonation of the region, evaluation of its ecosystem diversity and its distribution throughout the altitudes. The various habitats have a major role in preservation of the biological richness of the mountains and improve the efficiency of the measures for nature protection during the period of climate changes.

Our studies aimed to evaluate the influence that climate changes have on the mountain systems of the Western Tian Shan, Kyrgyz Alatau and Southern Altai showed a shift in altitudinal belts (Dimeyeva et al., 2015). The altitudinal limit for the vegetation habitats in the Southern Altai has

lifted by 200-300 m (Sultanova et al., 2016) and by 100 m in the Western Tian Shan. In the Kyrgyz Alatau the shift has not been registered. However the signs of aridization have been found in every belt.

The global climate changes will make the rare and endemic species as well as the species with narrow ecological amplitude the most vulnerable. Therefore, Zhongar-Alatau National Park is hoped to have a big influence in preservation of ecosystem diversity. Created on the northern macroslope of the Zhetysu Alatau in 2010, now the Park occupies 356022 ha, stretching from west to east for 300 km. It protects the local nature systems from the threats caused by the anthropogenic and natural impacts on the environment.

REFERENCES

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert area) [*Botanicheskaya geografiya Kazakhstana i Sredney Azii (v predelakh pustynnoy oblasti)*]. Saint-Petersburg: Boston-Spektr, 2003:424.
2. Bykov BA. Geobotany [*Geobotanika*]. Alma-Ata: Nauka, 1978:288.
3. Volkova EA. Vegetation cover of mountains [*Rastitel'nyy pokrov gor*] *Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert area)* [*Botanicheskaya geografiya Kazakhstana i Sredney Azii (v predelakh pustynnoy oblasti)*] / eds. E.I. Rachkovskaya, E.A. Volkova, V.N. Khrantsov. Saint-Petersburg: Boston-Spektr, 2003:167-191.
4. Gasanov ShSh. Structural analysis of the altitudinal zones of geosystems in the North Caucasus Region [*Strukturnyy analiz vysotnoy poynasnosti geosistem Severokavkazskogo regiona*]. *News of Dagestan State Pedagogical University DGPU* [*Izvestia DGPU*]. 2009;2: 1-9.
5. Gvozdetsky NA., Mikhailov NI. Dzungarian Alatau [*Dzhungarskiy Alatau*] Physical geography of the USSR [*Fizicheskaya geografiya SSSR*]. Moscow: Mysl', 1978:123-125.
6. Goloskokov VP. Flora of Dzhungarsky Alatau [*Flora Dzhungarskogo Alatau*]. Alma-Ata: Nauka, 1985:224.
7. Dimeyeva LA., Ablaihanov ET. Features of the altitudinal vegetation zonation on the southern macroslope of the Dzungarian Alatau [*Osobennosti vysotnoy poynasnosti rastitel'nosti yuzhnogo makrosklona Dzhungarskogo Alatau*]. *Herald of Al-Farabi Kazakh National University. Ecology Series* [*Vestnik LazNU im. al'-Farabi. Seria*
1. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). 2003. СПб.: Бостон-Спектр. 424 с.
2. Быков Б.А. 1978. Геоботаника. Алма-Ата: Наука. 288 с.
3. Волкова Е.А. 2003. Растительный покров гор // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / Ред. Е.И. Рачковская, Е.А. Волкова, В.Н. Храмцов. СПб.: Бостон-Спектр. С. 167-191.
4. Гасанов Ш.Ш. 2009. Структурный анализ высотной поясности геосистем Северокавказского региона // Известия ДГПУ. № 2. С. 1-9.
5. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. 1978. Джунгарский Алатау // Физическая география СССР. М.: Мысль. С. 123-125.
6. Голоскоков В.П. 1985. Флора Джунгарского Алатау. Алма-Ата: Наука. 224 с.
7. Димеева Л.А., Аблайханов Е.Т. 2014. Особенности высотной поясности растительности южного макросклона Джунгарского Алатау // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия экологическая. № 3 (42). С. 120-125.
8. Димеева Л.А., Султанова Б.М., Огарь Н.П., Исламгулова А.Ф., Пермитина В.Н., Садрвокасов Р.Е., Кердяшкин А.В., Говорухина С.А. 2012. Пространственная структура растительности хребтов Южного Алтая // Проблемы ботаники Южной Сибири и

- ecologicheskaya*]. 2014;3(42):120-125.
8. Dimeyeva LA., Sultanova BM., Ogar NP., Islamgulova AF., Permitina VN., Sadvokasov RYe., Kerdyashkin AV., Govorukhina SA. Spatial structure of the vegetation of the Southern Altai ridges [*Prostranstvennaya struktura rastitel'nosti khrebtov Yuzhnogo Altaya*] *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia [Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii] Proc. of the International Scientific Conference, 28-31 August, 2012, Barnaul [Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. 2012:69-74.
 9. Dimeyeva LA., Ussen K., Kaliyev BSh., Kerdyashkin AV., Imanalinova AA., Govorukhina SA., Sultanova BM., Permitina VN., Salmukhanbetova ZhK. Rare plant communities of the northern macroslope of the Zhetysu Alatau [*Redkiye rastitel'nyye soobshchestva severnogo makrosklona Zhetysuskogo Alatau*] *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia [Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii] Proc. of the International Scientific Conference, 1-5 June, 2020, Barnaul [Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. 2020:108-113.
 10. Zakharov SA. 1934. Vertical zoning of soils in the Caucasus [*Vertikal'naya zonal'nost' pochv na Kavkaze*] *Soil Science [Pochvovedeniye]*. 1934;6:795-823.
 11. Zonn SV. Modern problems of genesis and geography of soils [*Sovremennyye problemy genezisa i geografii pochv*]. Moscow: Nauka, 1983:168.
 12. Zones and types of vegetation zonation in Russia and neighboring territories [*Zony i tipy poyasnosti rastitel'nosti Rossii i sopredel'nykh territoriy*]. Scale 1:8000000. Explanatory text and legend for the map [*Poyasnitel'nyy tekst i legenda k karte*] / ed. G.N. Ogureeva. Moscow: Tsentr Integratsiya, Faculty of Geography, Moscow State University, 1999:64.
 13. Illustrated guide to plants of Kazakhstan [*Illyustrirovannyu opredelitel' rasteniy Kazakhstana*] / ed. V.P. Goloskokov. Alma-Ata: Nauka, 1969-1972;1:644;2:572. Монголии: Труды международной научно-практической конференции, 28-31 августа 2012 г., Барнаул. С. 69-74.
 9. Димеева Л.А., Усен К., Калиев Б.Ш., Кердяшкин А.В., Иманалинова А.А., Говорухина С.А., Султанова Б.М., Пермитина В.Н., Салмуханбетова Ж.К. 2020. Редкие растительные сообщества северного макросклона Жетысуского Алатау // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Труды международной научно-практической конференции, 1-5 июня 2020 г., Барнаул. С. 108-113.
 10. Захаров С.А. 1934. Вертикальная зональность почв на Кавказе // Почвоведение. № 6. С. 795-823.
 11. Зонн С.В. 1983. Современные проблемы генезиса и географии почв. М.: Наука. 168 с.
 12. Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. 1999. М 1:8000000. Пояснительный текст и легенда к карте / Ред. Г.Н. Огуреева. М.: Центр Интеграция: Географический факультет МГУ. 64 с.
 13. Иллюстрированный определитель растений Казахстана. 1969-1972 / Ред. В.П. Голоскоков. Алма-Ата: Наука. Т. 1. 644 с.; Т. 2. 572 с.
 14. Камелин Р.В. 1973. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л.: Наука. 278 с.
 15. Карта растительности Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). 1995. М 1:2500000. Санкт-Петербург.
 16. Классификация и диагностика почв СССР. 1977. М.: Колос. 223 с.
 17. Красная книга Казахстана. 2014. Т. 2: Растения / Ред. И.О. Байтулин. Астана: АртPrint XXI. 452 с.
 18. Лавренко Е.М. 1964. Типы вертикальной поясности растительности в горах СССР // Современные проблемы географии. М.: Наука. С. 189-195.
 19. Огуреева Г.Н., Бочарников М.В. 2017. Оробиомы как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия

14. Kamelin RV. Florogenetic analysis of the natural flora of mountainous Central Asia [*Florogeneticheskiy analiz yestestvennoy flory gornoy Sredney Azii*]. Leningrad: Nauka, 1973:278.
15. Vegetation map of Kazakhstan and Central Asia (within the desert area) [*Karta rastitel'nosti Kazakhstana i Sredney Azii (v predelakh pustynnoy oblasti)*]. Scale 1:2500000. Saint-Petersburg, 1995.
16. Classification and diagnostics of the USSR soils [*Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR*]. Moscow: Kolos, 1977:223.
17. The Red Data Book of Kazakhstan: Plants [*Krasnaya kniga Kazakhstana*] / ed. I.O. Baytulin. Astana: ArtPrint XXI, 2014;2:452.
18. Lavrenko EM. Types of vertical zonation of vegetation in the mountains of the USSR [*Tipy vertikal'noy poyasnosti rastitel'nosti v gorakh SSSR*] *Modern problems of geography [Sovremennyye problemy geografii]*. Moscow: Nauka, 1964:189-195.
19. Ogureeva GN, Bocharnikov MV. Orobiomes as basic units of regional assessment of biodiversity in the mountain territories [*Orobiomy kak bazovyye yedinitsey regional'noy otsenki bioraznoobraziya gornykh territoriy*]. *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. 2017;(1) 2:52-81.
20. Pachikin KM. Soils and soil cover of the northern slope of the Dzhungar Alatau [*Pochvy i pochvennyy pokrov severnogo sklona Dzhungarskogo Alatau*] Abstract of Ph.D. dissertation. Alma-Ata, 1991:24.
21. Pachikin KM., Sokolov SI., Pachikina LI. Soils and soil cover of the northern slope of the Dzhungar Alatau [*Pochvy i pochvennyy pokrov severnogo sklona Dzhungarskogo Alatau*]. Alma-Ata: Nauka, 1996:260.
22. Pachikin KM., Nasyrov PM., Sokolov AA. Soils and soil cover of Altyn-Emel National Park [*Pochvy i pochvennyy pokrov Altyn-Emel'skogo natsional'nogo parka*] *Proc. of the State National Natural Park "Altyn-Emel" [Trudy Gosudarstvennogo natsional'nogo prirodnogo parka Altyn-Emel']*. Almaty: Tethys, 2016;2:33-44.
23. Permitina VN., Sultanova BM., Kurmantayeva AA. Assessment of ecosystem горных территорий // *Экосистемы: экология и динамика*. Т. 1. № 2. С. 52-81.
20. Пачикин К.М. 1991. Почвы и почвенный покров северного склона Джунгарского Алатау: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата. 24 с.
21. Пачикин К.М., Соколов С.И., Пачикина Л.И. 1996. Почвы и почвенный покров северного склона Джунгарского Алатау. Алма-Ата: Наука. 260 с.
22. Пачикин К.М., Насыров Р.М., Соколов А.А. 2016. Почвы и почвенный покров Алтын-Эмельского национального парка // *Труды Государственного национального природного парка «Алтын-Эмель»*. Вып. 2. Алматы: Tethys. С. 33-44.
23. Пермитина В.Н., Султанова Б.М., Курмантаева А.А. 2015. Оценка экосистемного разнообразия предгорий Джунгарского Алатау // *Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития: сборник научных статей по материалам Международной конференции, 8-10 сентября 2015 г., Улан-Батор*. Т. 1. С. 185-189.
24. Пермитина В.Н. 2008. Почвы и почвенный покров Алакольского заповедника // *Труды Алакольского государственного природного заповедника*. Алматы: Tethys. Т. 2. С. 6-20.
25. Плонтариум: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2020 [Электронный ресурс <http://www.plantarium.ru> (дата обращения 09.02.2021)].
26. Полевая геоботаника. 1959-1976. М.-Л.: Наука. Т. 1. 498 с.; Т. 2. 500 с.; Т. 3. 530 с.; Т. 4. 336 с.; Т. 5. 320 с.
27. Полевой определитель почв России. 2008 / Ред. К.Т. Острикова. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 182 с.
28. Почвенная съемка. Руководство по полевым исследованиям и

- diversity in the foothills of the Dzhungar Alatau [Otsenka ekosistemnogo raznoobraziya predgoriy Dzhungarskogo Alatau] *Ecosystems of Central Asia in modern conditions of socio-economic development, Proc. of the International Conference, 8-10 September, 2015 [Ekosistemy Tsentral'noy Azii v sovremennykh usloviyakh sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: materialy Mezhdunarodnoy konferentsii]*. Ulaanbaatar. 2015;1:185-189.
24. Permitina VN. Soils and soil cover of the Alaol Nature Reserve [*Pochvy i pochvennyy pokrov Alakol'skogo zapovednika*] *Proc. of the Alaol State Nature Reserve [Trudy Alakol'skogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika]*. Almaty: Tethys, 2008;2:6-20.
 25. Plantarium: open online atlas-identifier for plants and lichens in Russia and adjacent countries [*Plantarium: otkrytyy onlayn atlas-opredelitel' rasteniy i lishaynikov Rossii i sopredel'nykh stran*]. 2007-2020, available at: <http://www.plantarium.ru/> (Accessed 02/09/2021).
 26. Field geobotany [*Polevaya geobotanika*]. Moscow, Leningrad: Nauka, 1959-1976;1:498;2:500;3:530;4:336;5:320.
 27. Identification guide to soils of Russia [*Polevoy opredelitel' pochvy Rossii*] / ed. K.T. Ostrikova. Moscow: Dokuchaev Soil Institute, 2008:182.
 28. Soil survey [*Pochvennaya s'yemka*]. *Field survey and soil mapping manual [Rukovodstvo po polevym issledovaniyam i kartirovaniyu pochvy]*. Moscow: AN SSSR, 1959:340.
 29. Soil-geographical zonation of the USSR (under the agricultural land use) [*Pochvenno-geograficheskoye rayonirovaniye SSSR (v svyazi s sel'skokhozyaystvennym ispol'zovaniyem zemel')*]. Moscow: AN SSSR, 1962: 422.
 30. Relief of Kazakhstan (Explanatory note to the Geomorphological map of the Kazakh SSR [*Rel'yef Kazakhstana (Poyasnitel'naya zapiska k geomorfologicheskoy karte Kazakhskoy SSR)*]. Scale 1:1500000. Almaty: Gylm, 1991;2:33-34.
 31. The Republic of Kazakhstan. Natural conditions and resources [*Respublika Kazakhstan. Prirodnyye usloviya i resursy*]. картированию почв. 1959. М.: АН СССР. 340 с.
 29. Почвенно-географическое районирование СССР (в связи с сельскохозяйственным использованием земель). 1962. М.: АН СССР. 422 с.
 30. Рельеф Казахстана. 1991. Пояснительная записка к геоморфологической карте Казахской ССР, М 1:1500000. Алма-Ата: Гылым. Ч. 2. С. 33-34.
 31. Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы. 2006. Алматы: Print-S. Т. 1. 506 с.
 32. Роде А.А. 1971. Система методов исследования в почвоведении. Новосибирск: Наука. 92 с.
 33. Розанов Б.Г. 2004. Морфология почв. М: Академический проект. 432 с.
 34. Рубцов Н.И. 1946. О ботанико-географических связях Джунгарского Алатау с Алтаем и Тянь-Шанем // Бюллетень МОИП. Отделение: Биологическое, Новая серия. Т. 51. Вып. 6. С. 70-77.
 35. Рубцов Н.И. 1948. Растительный покров Джунгарского Алатау. Алма-Ата: АН КазССР. 184 с.
 36. Соколов С.И., Ассинг И.А., Курмангалиев А.Б., Серпикиев С.А. 1962. Почвы Алма-Атинской области // Почвы Казахской ССР. Алма-Ата: АН КазССР. Вып. 4. 423 с.
 37. Султанова Б.М., Димеева Л.А., Исламгулова А.Ф. 2014. Ботаническое разнообразие Южного Алтая в условиях изменения климата // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Труды XIII международной научно-практической конференции, 20-23 октября 2014 г., Барнаул. С. 196-200.
 38. Усен К., Димеева Л.А., Исламгулова А.Ф., Зверев Н.Е. 2014. Особенности высотной поясности Западного Тянь-Шаня в пределах Казахстана // Материалы Республиканской конференции «Биоразнообразие, сохранение и рациональное использование генофонда

- Almaty: Print-S, 2006;1:506.
32. Rode AA. System of research methods in soil science [*Sistema metodov issledovaniya v pochvovedenii*]. Novosibirsk: Nauka, 1971:92.
 33. Rozanov BG. Morphology of soils [*Morfologiya pochv*]. Moscow: Akademicheskiiy proyekt, 2004:432.
 34. Rubtsov NI. About botanical and geographical connections of the Dzhungar Alatau with Altai and Tien Shan [O botaniko-geograficheskikh svyazyakh Dzhungarskogo Alatau s Altayem i Tyan'-Shanem] *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Series: Biology, New Series [Byulleten' MOIP. Otdeleniye: Biologicheskoye, Novaya Seriya]*. 1946;(51) 6:70-77.
 35. Rubtsov NI. Vegetation cover of the Dzhungarian Alatau [*Rastitel'nyy pokrov Dzhungarskogo Alatau*]. Alma-Ata: AN KazSSR, 1948:184.
 36. Sokolov SI., Assing IA., Kurmangaliyev AB., Serpikov SA. Soils of the Alma-Ata region [*Pochvy Alma-Atinskoy oblasti*] *Soils of the Kazakh SSR [Pochvy Kazakhskoy SSR]*. Alma-Ata: AN KazSSR, 1962;4:423.
 37. Sultanova BM., Dimeyeva LA., Islamgulova AF. Botanical diversity of Southern Altai under climate change [*Botanicheskoye raznoobraziye Yuzhnogo Altaya v usloviyakh izmeneniya klimata*] *Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia [Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii]* *Proc. of the XIII International Scientific and Practical Conference, 20-23 October, 2014, Barnaul [Trudy XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Barnaul, 2014:196-200.
 38. Ussen K., Dimeyeva LA., Islamgulova AF., Zverev NE. Features of altitudinal zonality of the Western Tien Shan within Kazakhstan [*Osobennosti vysotnoy poyasnosti Zapadnogo Tyan'-Shanya v predelakh Kazakhstana*] *Proc. of Republican conference "Biodiversity, conservation and rational use of the gene pool of plants and animals"*, September 9-10, 2014, Tashkent [*Materialy Respublikanskoy konferentsii "Bioraznoobraziye, sokhraneniye i ratsional'noye ispol'zovaniye genofonda rasteniy i zhivotnykh"*], 9-10 сентября 2014, Ташкент. С. 202-204.
 39. Федорович Б.А. 1969. Схема природного районирования // Природные условия и естественные ресурсы СССР. М.: Наука. С. 289-307.
 40. Флора Казахстана. 1956-1966 / Ред. Н.В. Павлов. Алма-Ата: АН КазССР. Т. 1. 354 с.; Т. 2. 292 с.; Т. 3. 460 с.; Т. 4. 548 с.; Т. 5. 515 с.; Т. 6. 465 с.; Т. 7. 497 с.; Т. 8. 447 с.; Т. 9. 640 с.
 41. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. 2004. Классификация и диагностика почв. Смоленск: Ойкумена. 342 с.
 42. Dimeyeva L.A., Sitpayeva G.T., Sultanova B.M., Ussen K., Islamgulova A.F. 2015. High-Altitude Flora and Vegetation of Kazakhstan and Climate Change Impacts // *Climate Change Impacts on High-Altitude Ecosystems / Eds. M. Ozturk, K.R. Hakeem, I. Faridah-Nanum, R. Efe. Springer International Publishing Switzerland. 1-48 p.*
 43. The Plant List. 2013. Version 1.1 [Электронный ресурс <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения 12.01.2021)].

- rastenyi i zivotnykh”]. 2014:202-204.*
39. Fedorovich BA. Natural zoning scheme [Skhema prirodnogo rayonirovaniya] *Natural environment and natural resources of the USSR [Prirodnyye usloviya i yestestvennyye resursy SSSR]*. Moscow: Nauka, 1969:289-307.
 40. Flora of Kazakhstan [Flora Kazakhstana] / ed. N.V. Pavlov. Alma-Ata: AN KazSSR, 1956-1966; 1:354; 2:292; 3:460; 4:548; 5:515; 6:465; 7:497; 8:447; 9:640.
 41. Shishov LL., Tonkonogov VD., Lebedeva II., Gerasimova MI. Classification and diagnostics of soils [Klassifikatsiya i diagnostika pochv]. Smolensk: Oykumena, 2004:342.
 42. Dimeyeva LA., Sitpayeva GT., Sultanova BM., Ussen K., Islamgulova AF. High-Altitude Flora and Vegetation of Kazakhstan and Climate Change Impacts. *Climate Change Impacts on High-Altitude Ecosystems* / eds. M. Ozturk, K.R. Hakeem, I. Faridah-Hanum, R. Efe. Springer International Publishing Switzerland, 2015:1-48.
 43. The Plant List, Version 1.1. 2013, available at: <http://www.theplantlist.org> (Accessed 01/12/2021).

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 630*182.58

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

© 2021 г. А.Ю. Кудрявцев*, **

**Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь»
Россия, 440031, Пензенская обл., г. Пенза, ул. Окружная, д. 12А*

***Саратовский филиал Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 410028, г. Саратов, ул. Рабочая, д. 24. E-mail: akydaks@mail.ru*

Поступила в редакцию 02.04.2021. После доработки 14.06.2021. Принята к публикации 15.06.2021

Трансформация лесных экосистем выражается в сокращении покрытой лесом площади, фрагментации лесных массивов, изменении структуры и породного состава. В лесостепной зоне сплошной лесной покров отсутствует. Характерны островные массивы лесов различной площади, приуроченные к разным элементам рельефа. В условиях неустойчивого увлажнения основными факторами распределения растительных сообществ становятся рельеф и лесообразующие породы. На территории Приволжской возвышенности эти факторы выражены наиболее отчетливо. Многообразие условий местопроизрастания обуславливает существование в пределах небольшой территории лесных сообществ таежного типа, массивов широколиственных лесов, а также фрагментов остепненных и степных лесов. Столь пестрая картина осложнена коренным преобразованием большинства лесных сообществ деятельностью человека. Сокращение лесной площади и связанная с ним фрагментация лесного покрова в зоне лесостепи вызывает необходимость выделения типов массивов, сформировавшихся в результате дробления более крупных комплексов. В работе приведены данные по лесистости исследованной территории, категориям земель лесного фонда и видовому составу древостоев, описаны типы лесных массивов, характерные для зоны лесостепи. Применение методов ландшафтной экологии в сочетании с использованием данных лесоустройства позволило оценить пространственную структуру лесного покрова и особенности распределения лесов по территории. Лесные массивы рассматриваются как комплексы экосистем различной степени сложности. Типы лесных массивов описаны с использованием таксационных описаний и разнообразных картографических материалов. При этом учитывалась как приуроченность к элементам рельефа, так и размеры отдельных участков. Приводится оценка видового состава основных лесообразующих пород в различных типах лесных массивов. Сопоставление характеристик лесных массивов различных типов и размеров позволило оценить их современное состояние и определить степень трансформации лесного покрова территории в целом.

Ключевые слова: лесостепная зона, Приволжская Возвышенность, лесной покров, лесные экосистемы, типы лесных массивов, видовой состав, степень трансформации.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10084

В настоящее время постоянно усиливающееся антропогенное воздействие привело к радикальному изменению состава и структуры лесов. Коренные лесные сообщества, характеризующиеся высоким биологическим разнообразием и устойчивостью, сменились вторичными лесами упрощенной структуры и низкой устойчивостью. Основными факторами, определяющими состояние и развитие лесных экосистем, являются различные виды антропогенного воздействия: рубки, отчуждение территории, атмосферное загрязнение, лесные пожары, изменение климата (Ярмишко и др., 2009; Angelstam, 1998; Kuparinen et al., 2010; Cambi et al., 2015).

В условиях интенсивного природопользования это ведет к снижению устойчивости и продуктивности лесных экосистем и развитию эрозионных процессов. Воздействию подвержены все компоненты лесных экосистем: древостой, подрост, подлесок, напочвенный покров и почва. В одних случаях последствия этих нарушений проходят достаточно быстро (выборочные рубки небольшой интенсивности), в других сохраняются практически на протяжении всей жизни древостоя. Однако и в том, и в другом случае часть территории испытывает значительные нагрузки и трансформируется практически необратимо (прорубленные технологические коридоры, волока, места складирования древесины и уничтожения порубочных остатков). Значительные площади лесных культур характеризуются не только упрощенной структурой древостоев, но и заметными изменениями, связанными с обработкой почвы, использованием ядохимикатов, многократными агротехническими уходами.

Трансформация лесных экосистем выражается в сокращении покрытой лесом площади, фрагментации лесных массивов, изменении структуры и породного состава. Фрагментация лесов в результате деятельности человека изменила природный характер не только состава и строения лесных фитоценозов, но и морфологические характеристики лесных массивов, многие из которых распались на отдельные части.

Изучение лесных экосистем основано на концепции типов леса. Однако системные исследования лесных земель разработаны слабо и начали развиваться лишь в последнее время, когда появилась возможность использования аэрофотосъемки и космических снимков. Для идентификации пространственных структур экосистем используются методы структурного анализа структур различного масштаба от элементарного до глобального: картографический, морфометрический, оптический, информационный, статистический и др. (Виноградов, 1998).

Традиционные фитоценологическое и биогеоценологическое направления исследования лесных экосистем включают детализированный аспект описания флористического состава и структурной организации биогеоценозов, взаимосвязи их компонентов и характеристику экотопов, объединения в типы или группы типов леса, но без достаточного систематического обобщения в региональные категории экосистемной классификации и сопряженного пространственного анализа (Сукачев 1964, 1975; Дылис, 1973; Миркин, Розенберг, 1978; Миркин и др., 2001).

Основные положения лесотопологического порядка были приняты в лесоведении под влиянием Г.И. Танфильева (1953) и Г.Ф. Морозова еще в начале XX века. Так, Г.Ф. Морозов (1970, 1971) в условиях Среднерусской лесостепи выделил типы лесных массивов, приуроченные к определенным элементам рельефа.

Для Воронежской области Г.Ф. Морозов приводит следующие типы лесных массивов:

- 1) леса по нагорным правым берегам рек – различные дубравы на черноземных, суглинистых, лессовидных, солонцеватых почвах;
- 2) леса на аллювиальных почвах в долинах рек;
- 3) боры по надпойменным террасам речных долин;
- 4) леса переходного типа от надпойменной террасы к степи, на черноземных и темно-серых супесчаных почвах;
- 5) колочные леса на водосборах на – солодах или иначе на солоти;
- 6) байрачные лески верховьев оврагов и балок;
- 7) пойменные леса.

В свою очередь каждый из этих типов лесных массивов может быть далее подразделен на типы насаждений по почвенно-грунтовым условиям: основные и временные. Например, нагорный лес может быть расчленен на следующие типы насаждений:

- 1) дубравы на темно-серых лесных почвах (на деградированном черноземе);

- 2) дубравы на серых и светло-серых лесных суглинистых почвах;
- 3) дубравы на солонцеватых почвах;
- 4) дубравы на нижних частях овражных склонов и по тальвегу оврагов на делювиальных отложениях.

Эта схема была доработана А.Л. Бельгардом (1950, 1971) для лесостепной и степной зон Украины (рис. 1). Он выделял:

- 1) приводораздельно-нагорные леса (пристенная дубрава),
- 2) балочно-байрачные леса (байрачная дубрава),
- 3) поемные леса (поемная дубрава),
- 4) аренные леса или боры (боровый комплекс),
- 5) приводораздельно колковые леса (ольс).

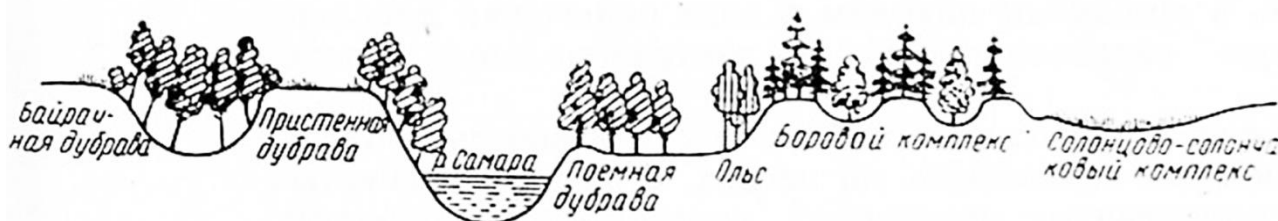


Рис. 1. Распределение растительности в лесостепной и степной зоне Украины (Бельгард, 1971). **Fig. 1.** Vegetation distribution in the forest-steppe and steppe zones of Ukraine (Бельгард, 1971).

Рассматривая эти классификации, можно заметить, что типы массивов выделены не только по положению в рельефе, но и частично по размерам лесных участков. В частности, в обеих классификациях были выделены колковые (колочные) леса, представляющие собой мелкие фрагменты лесных массивов. При этом А.Л. Бельгард выделяет колочные леса не только на водосборах (приводораздельные), но и в пределах надпойменных террас (арен).

В настоящее время системные принципы анализа лесных экосистем и их комплексов широко применяются в лесоведении и ландшафтной экологии (Смолоногов, 1994, 1998; Смолоногов и др., 2004; Кузьменко, Михеев, 2008; Mueller-Dombois, Ellenberg, 1974; Sugart et al., 1973; Walter, Vox, 1976).

Определение понятия «лесной массив» сформулировано И.С. Мелеховым (1980): лесной массив – это территория с лесной растительностью, заметно обособленная от соседней естественными границами, например, окруженная степью или полями (островной массив), разделенная рекой (правобережный массив, левобережный массив), горным кряжем и т.д. В современных условиях границы лесных массивов могут совпадать с путями транспорта, границами населенных пунктов и т.д. Таким образом, изолированный лесной массив можно рассматривать как целостную экосистему того или иного уровня сложности, с присущим ей комплексом свойств. В каждом таком массиве совокупность популяций растений формирует различные сообщества. При этом популяции деревьев, кустарников и лесных видов почвенного покрова (лишайники, мхи, травы) развиваются в массиве достаточно изолированно.

В лесостепной зоне сплошной лесной покров отсутствует. Характерны островные массивы лесов различной площади, приуроченные к разным элементам рельефа. Поэтому лесной массив можно рассматривать как одну из основных единиц изучения лесных экосистем, особенно в зонах лесостепи и степи. Сокращение лесной площади и связанная с ним фрагментация лесного покрова в зоне лесостепи вызывают необходимость выделения

типов массивов, сформировавшихся в результате дробления более крупных комплексов. При этом появилась возможность сопоставить классификацию массивов с общей иерархией экосистем, принятой в ландшафтной экологии (Виноградов, 1998; Formann, Gordon, 1986).

Материалы и методы

Исследования проводились на территории Приволжской Возвышенности в левобережье бассейна реки Суры, верхней части бассейна реки Хопер и верхней части бассейна реки Мокши. Общая площадь охваченной исследованиями территории составила более 1.7 млн. га (рис. 2).

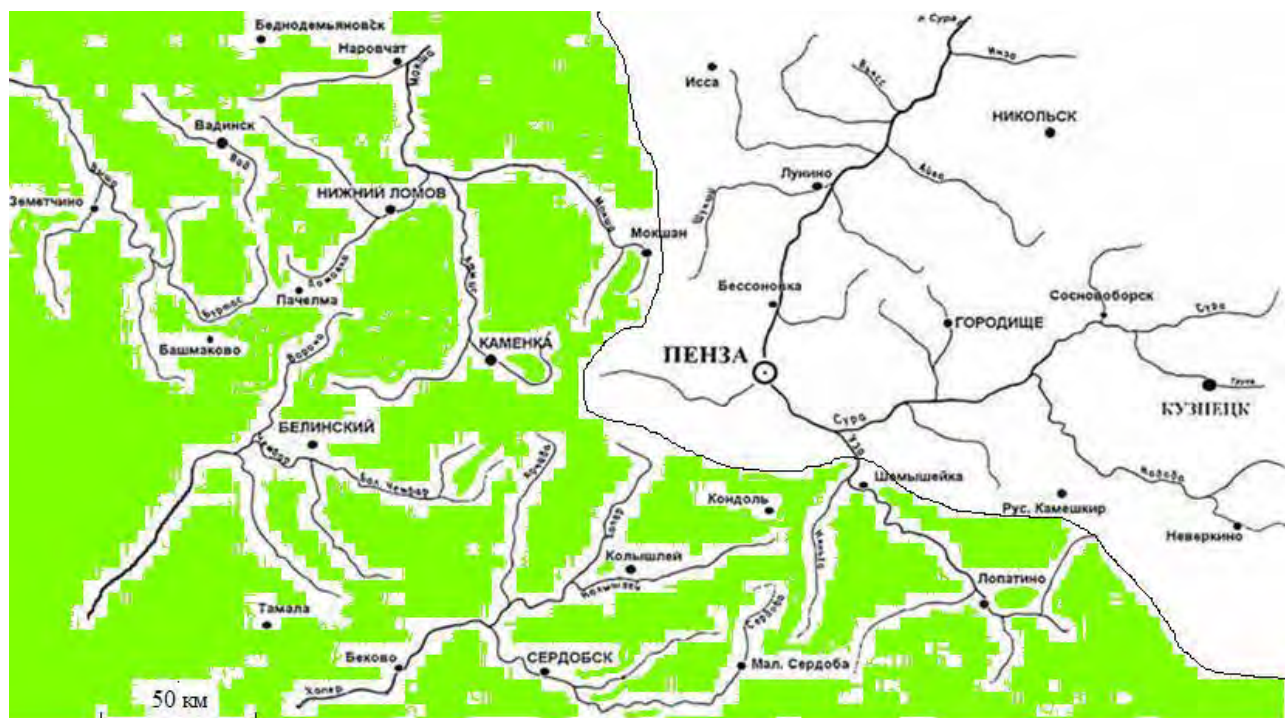


Рис. 2. Схема района исследований. **Fig. 2.** Schematic map of the studied region.

На западе и в центре (до поймы Суры) преобладают выположенные формы рельефа. Абсолютные высоты колеблются в пределах 200-260 м н.у.м. БС. Почвообразующие породы представлены в основном лессовидными покровными суглинками. Большую часть территории занимают луговые степи с преобладанием черноземов выщелоченных, в настоящее время в основном распаханые. Лесная растительность представлена дубравами и пойменными лесами с доминированием ольхи черной и ивы ломкой. Широко распространены производные осинники, изредка встречаются низкоствольные леса из клена татарского и черемухи обыкновенной. Леса имеют островной характер и приурочены, как правило, к поймам и долинам рек с пойменно-аллювиальными почвами или возвышенным частям рельефа со смытыми, оподзоленными и сильновыщелоченными черноземами. Разнообразны кустарниковые сообщества.

Восточная часть территории расположена в центре Приволжской возвышенности на плато Засурья с наивысшими высотными отметками более 330 м н.у.м. БС. Отличаясь значительными колебаниями рельефа, местность здесь представляет собой высокое, прорезанное глубокими речными долинами плато с сильно пересеченным холмистым рельефом, сохранившимся со времен третичного периода. Моренные отложения ледникового

периода отсутствуют. Водораздельные склоны и крутые берега речных долин состоят из мощных толщ третичных песков и песчаников, с подстилающими опоковыми глинами. Леса распространены во всех элементах рельефа. В настоящее время основные площади лесов приурочены к каменистым и песчаным почвам верхнего плато. Плодородные почвы террас, расположенных ниже, в основном распаханы, местами сформировались вторичные степи. Характерны сообщества песчаных и каменистых степей в сочетании с остепненными сосняками. Наряду с дубовыми и осиновыми встречаются и березовые колки. Сообщества кустарников распространены значительно реже, их видовой состав гораздо беднее.

До середины XVII века исследуемая территория была глухой окраиной на юго-востоке Русского государства. Большую ее часть покрывали широколиственно-сосновые леса (Благовещенский, 2005). Ведущей отраслью хозяйства коренного населения края (мордвы и буртасов) было скотоводство, а также охота и бортничество. Русские поселения были невелики и располагались в долинах рек. В связи с постройкой сторожевых линий и крепостей во второй половине XVII века усилился процесс заселения края. Лесные массивы активно использовались для строительства оборонных сооружений (засечная черта). Местные жители и переселенцы занимались бортным, рыбным, пушным промыслами, скотоводством, трехпольным земледелием. Интенсивное преобразование природных ландшафтов происходило в течение следующего века. В связи с увеличением спроса на хлеб расширялись посевные площади, главным образом за счет разработки залежных земель. По данным 1785 г., пашня составляла более 50% всей территории края (Гошуляк, 1995, 1996, 1998; Полесских, 1997).

Таким образом, к концу XVIII века установился оптимальный для хозяйственного уклада сельского населения баланс лесных и сельскохозяйственных угодий: примерно поровну. Лесные территории активно использовались как источник древесины для строительства и на топливо. Кроме того, в лесах пасли скот и заготавливали сено. Широко использовались самые разнообразные продукты леса.

Во второй половине XIX века сведение лесов приняло катастрофический характер. В результате многократных рубок, пастьбы скота, выкашивания трав и распашки земель произошло резкое снижение лесистости, что привело к негативным последствиям и обусловило снижение стабильности ландшафтов. Большие площади пашни инициировали эрозионные процессы, усилившиеся вследствие расчлененности рельефа и легкого гранулометрического состава почв. Песчаные почвы оголились, песок стал смываться со склонов, раздуваться ветром, засыпая пойменные сенокосы и поля, участились засухи (Природа Пензенской области, 1955).

В течение XX века наряду с различными видами рубок в больших масштабах проводились посадки лесных культур (в основном сосны) как на территории лесного фонда, так и на землях сельхозугодий (преимущественно эродированных). Создавались массивные насаждения и лесополосы, для чего применялся широкий ассортимент деревьев и кустарников: аборигенных и интродуцированных (дуб, береза, ясень обыкновенный и зеленый, клен ясенелистный, лиственница, жимолость и др.).

Работа основана на данных исследований, полученных автором с 1990 по 2020 гг., а также на материалах лесоустройства, разнообразных картографических материалах и литературных данных. Полевые работы были проведены на территории 16 лесничеств (участков) 6 лесхозов (лесничеств).

Для оценки состояния древесной и кустарниковой растительности были использованы опубликованные картографические и текстовые материалы: планы лесонасаждений масштабом 1:25000, окрашенные по преобладающим породам (План лесонасаждений ..., 2004, 2005), таксационные описания (Таксационное описание ..., 2004, 2005), пояснительные записки к проектам организации и ведения лесного хозяйства лесхозов и проектные

ведомости, созданные в ходе инвентаризации лесного фонда, проведенной в 2004 г. Поволжским предприятием «Леспроект» (ФГУП «Поволжский леспроект»; Проект организации ..., 2004а, б, 2005), и топографические карты масштабом 1:100000 (1966, 1983, 1986, 1987, 1988, 1990, 2000, 2001), изданные Главным управлением геодезии и картографии; почвенная карта Пензенской области масштабом 1:300000 (1984), разработанная Пензенским филиалом Волжского государственного проектного института по землеустройству (Волжский ГПИЗ).

Для идентификации пространственных структур экосистем использовали морфометрический метод, основанный на анализе частотно-пространственных характеристик разного масштабного уровня. Он включает в себя численное представление рисунков экосистем, статистический анализ данных линейного сканирования и изображений. В зависимости от площади участка леса могут представлять собой сочетания экосистем различной степени сложности.

В качестве единиц классификации использованы лесные массивы различной площади. Выделение отдельных лесных массивов проведено с использованием планов лесонасаждений масштабом 1:25000 и топографических карт масштабом 1:100000 (Проект организации ..., 2004а, б, 2005; Топографическая карта ..., 1966, 1983, 1986, 1987, 1988, 2000, 2001). По картам определяли приуроченность каждого массива к элементам рельефа. Лесные массивы, приуроченные к различным формам рельефа, объединяли в типы. В основу классификации положены типы лесных массивов, описанные Г.Ф. Морозовым (1970, 1971), а позднее А.Л. Бельгардом (1950, 1971) для лесостепной и степной зон Европейской территории России и Украины.

Анализ состава древостоев проводился с помощью системы электронных таблиц Excel. Для оценки были использованы данные таксации лесного фонда, проведенной Поволжским предприятием «Леспроект» в 2004 г. Состав насаждений определяли по долям запасов лесообразующих пород от общего запаса древесины в каждом квартале. Затем данные были сгруппированы по лесным массивам.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время лесистость исследованной территории невелика и сильно варьирует по районам (табл. 1). Она минимальна в бассейне Хопра и максимальна для Сурского бассейна. Структура земель лесного фонда в значительной степени отражает особенности антропогенной трансформации растительного покрова, а также природные особенности каждого района. Для бассейна Хопра характерен наибольший процент болот и водных объектов (русла рек и старицы), что свидетельствует о хорошей сохранности пойменных лесов. В тоже время здесь наиболее велик удельный вес земель сельскохозяйственного назначения (сенокосы, пастбища, пашни) и необлесившихся площадей (вырубки, прогалины и гари). Для бассейна Мокши характерна минимальная площадь водно-болотных угодий, наименьшая доля необлесившихся земель и значительные площади, используемые для сельского хозяйства. На территории Сурского бассейна максимальна доля лесных культур, а площадь сельскохозяйственных земель наименьшая. Довольно значительную площадь занимают необлесившиеся земли. Довольно широко распространены болота, в то время как площадь водных объектов очень мала.

Всего в составе древостоев отмечено 14 основных лесообразующих пород (табл. 2). Доля хвойных довольно велика (значительная часть их имеет искусственное происхождение). Основную роль играет сосна. Все древостои ели и лиственницы представляют собой участки лесных культур, их участие в общем составе крайне мало. Наибольшее число видов в группе принадлежит широколиственным породам. Прежде всего,

это дуб черешчатый. Из его спутников наибольшее значение имеет липа мелколистная. Значительно меньшую роль играют ясень обыкновенный, клен остролистный и вяз. Группа пойменных видов представлена ольхой черной, ивой ломкой и тополем черным. Сюда же относятся заросли, образованные различными видами кустарниковых ив (преимущественно ива пепельная), которые объединены под общим названием «тальники». Мелколиственные производные древостои сформированы березой и осиной.

Таблица 1. Основные характеристики лесного фонда исследуемой территории.
Table 1. Basic characteristics of the forest fund of the studied territory.

Средняя лесистость территории, %	Общая площадь земель лесного фонда, тыс. га	Структура земель лесного фонда					
		Покрытая лесом площадь, тыс. га	Лесные культуры, тыс. га	Земли сельхозназначения, тыс. га	Необлесившиеся земли, тыс. га	Болота, тыс. га	Водные объекты, тыс. га
Бассейн реки Мокши							
14.2	66.81	63.75	9.78	1.04	0.47	0.05	0.04
Бассейн реки Хопер							
8.2	72.90	66.04	15.29	1.56	1.05	0.66	1.24
Бассейн реки Суры							
21.7	92.25	86.77	24.03	0.70	0.94	0.36	0.06
Всего по территории							
13.4	231.96	216.56	49.10	3.30	2.46	1.07	1.34

В бассейне Мокши в составе древостоев преобладают широколиственные породы, прежде всего, дуб и липа. Устойчива примесь ясеня обыкновенного и клена остролистного. Производные леса сформированы осиной и березой. Доля хвойных пород относительно невелика (значительная часть имеет искусственное происхождение). Основную роль играет сосна. Насаждения ели и лиственницы представляют собой участки лесных культур. Однако, если лиственница является на этой территории интродуцентом, то ель расположена на южной границе ареала. Поэтому нередко в лесных культурах старого возраста можно наблюдать естественное возобновление ели и не всегда можно отличить участки с остатками естественных ельников от участков лесных культур. Незначительное участие таких пород, как ольха черная и ива ломкая, объясняется слабым развитием пойм в верхнем течении рек, а также сильной антропогенной трансформацией пойменной растительности. Основная часть пойменных лесов здесь сменилась луговыми сообществами.

Для бассейна Хопра характерно преобладание дуба (доля его в составе возрастает). Значительно снижается участие многих широколиственных пород: липы (почти в 3 раза), ясеня (в 6 раз), клена остролистного (более чем в 2 раза). В тоже время в составе появляется небольшая примесь вяза, что можно связать с возрастанием доли засоленных почв. Многократно возрастает степень участия пойменных видов (ольхи черной и ивы ломкой), поскольку основные площади лесов на этой территории приурочены к речным долинам. Доля участия осины остается

неизменной, в то время как для березы она снижается в два раза. Почти в два раза возрастает доля сосны. Значительные массивы сосновых лесов (преимущественно искусственного происхождения) приурочены к песчаным надпойменным террасам.

Таблица 2. Видовой состав древостоев (Кудрявцев, Мостовенко, 2011). **Table 2.** Species composition of the forests (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

Степень участия основных лесообразователей, % от общего запаса													
<i>Pinus sylvestris</i> , сосна	Ель (<i>Picea abies</i>)	Лиственница (<i>Larix sibirica</i>)	Дуб (<i>Quercus robur</i> L.)	Ясень (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	Вяз (<i>Ulmus laevis</i>)	Береза (<i>Betula pendula</i>)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i>)	Липа (<i>Tilia cordata</i>)	Тополь (<i>Populus nigra</i>)	Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i>)	Тальник (<i>Salix cinerea</i>)
Всего по территории													
22.3	0.2	0.1	20.8	1.4	1.6	0.6	14.1	24.7	1.4	11.6	0.2	0.8	0.1
Бассейн реки Мокши													
12.4	0.2	0.2	23.8	4.1	3.3	0.1	11.5	23.5	0.3	20.3	0.2	0.2	0.1
Бассейн реки Хопер													
22.7	0.2	0.1	29.9	0.7	1.5	2.0	5.6	23.5	3.6	7.5	0.3	2.3	0.1
Бассейн реки Суры													
29.3	0.2	0.1	12.0	0.1	0.5	0.1	22.3	26.5	0.5	8.1	0.2	0.3	0.1

В Сурском бассейне явно преобладает сосна. Резко снижается роль дуба и других широколиственных пород: клена остролистного, вяза. В тоже время липа сохраняет свои позиции, ее доля в составе даже увеличивается по сравнению с бассейном Хопра. Ясень обыкновенный практически полностью выпадает. Доля участия березы возрастает в два раза по сравнению с бассейном Мокши и в четыре по сравнению с бассейном Хопра. Присутствие осины также возрастает, хотя и незначительно. Ива ломкая и ольха черная представлены в составе лишь долями процента.

Общие черты состава древостоев отражают в первую очередь изменения лесной растительности в результате деятельности человека. Для всей исследованной территории характерна наибольшая ценотическая роль трех пород, широко распространенных в лесостепной зоне: осины, сосны и дуба. Преобладание мелколиственных пород свидетельствует о высокой антропогенной трансформации лесов на всей территории. Высокая роль сосны сохранилась за счет больших площадей сосновых культур. Нередко встречаются массивы культур, посаженных на землях, которые вышли из-под сельскохозяйственного использования. Создание культур дуба проходит гораздо менее успешно. Однако во многих случаях (на достаточно богатых почвах) в результате лесохозяйственной деятельности порослевые широколиственные древостои сменили сложные сосняки.

Региональные различия в составе, напротив, определяются разницей в геоморфологическом строении и в меньшей степени – в климате районов. Водоразделы речных бассейнов Мокши, Хопра и Суры могут служить четкими границами

лесорастительных районов. Леса здесь различаются по составу, сочетанию пород, а также их роли в формировании лесных сообществ. Для бассейна Мокши характерно преобладание полидоминантных широколиственных лесов, в составе которых доминируют дуб и липа с постоянной примесью ясеня обыкновенного и клена остролистного. Хвойные леса (представленные сосняками) распространены значительно меньше и приурочены к песчаным почвам надпойменных террас. Глубокое преобразование речных пойм обусловило незначительную роль пойменных лесов. Значительная часть широколиственных лесов трансформировалась в осинники, в составе которых сохраняется примесь теневыносливых пород – липы и клена остролистного, имеющих порослевое происхождение. На почвах легкого гранулометрического состава (пески и супеси) сосновые боры сменила береза.

При продвижении к югу общий характер рельефа и почвообразующих пород сохраняется, однако изменяются параметры климата, который становится более сухим. Преобладание дуба в составе широколиственных лесов становится более выраженным.

Антропогенная деятельность не только нивелировала различия в характере лесной растительности. Напротив, в некоторых случаях состав древостоев обусловлен особенностями хозяйственного освоения территории. Например, в бассейне Мокши сохранилось очень незначительное количество пойменных лесов, превращенных в луга и сенокосы. Минимальное количество необлесенных площадей свидетельствует о благоприятных условиях для естественного возобновления леса, с чем связана и наименьшая площадь лесных культур. В бассейне Хопра поймы крупных рек сохранились значительно лучше, о чем также свидетельствует наличие значительных площадей, занятых водными объектами и болотами. Значительные площади необлесенных земель свидетельствуют о трудностях лесовозобновления, связанных как со значительной антропогенной трансформацией земель лесного фонда, так и с конкуренцией степной растительности, вызывающей сильное задернение почв. Небольшое количество водных объектов в лесах Сурского бассейна говорит о том, что основные площади лесов приурочены к плакорам, на которых сохранилось довольно большое количество болот. Площади сельскохозяйственных угодий здесь минимальны, что связано с преобладанием песчаных и каменистых почв. На этих почвах успешно проходит возобновление сосны, поэтому площади лесных культур здесь максимальны. Нередко искусственные массивы создаются на деградированных землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования.

Лесной покров исследованной территории образован лесными массивами различного типа, характерными для зоны лесостепи (табл. 3). В зависимости от размеров все лесные массивы можно разделить на следующие категории (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

Таблица 3. Морфометрические показатели лесных массивов различных типов (Кудрявцев, Мостовенко, 2011). **Table 3.** Morphometric indices of the different types of forest massifs (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

Типы массивов		Колочные			Средние	Крупные		Общее
		<10 га	10-100 га	Всего	100-1000 га	1000-10000 га	>10000 га	
Плакор-ные	S (площадь), га	222	3223	3445	14101	6662		24208
	кол-во	38	86	124	51	4		179

Продолжение таблицы 3.

Типы массивов		Колочные			Средние	Крупные		Общее
		<10 га	10-100 га	Всего	100-1000 га	1000-10000 га	>10000 га	
Плакорные	Ср., га	5.8	37.5	27.8	276.5	1665.5		135.2
	Смакс., га	10.0	99.0		102.0	2414.0		
	Смин., га	1.0	11.0		929.0	1106.0		
Нагорные	S, га		558	558	9736	12001		22295
	кол-во		9	9	25	8		42
	Ср., га		62.0	62.0	389.4	1500.1		530.8
	Смакс., га		86.0		944.0	2422.0		
	Смин., га		42.0		116.0	1007.0		
Байрачные	S, га	23	2088	2111	1329			3440
	кол-во	4	48	52	9			61
	Ср., га	5.8	43.5	40.6	147.7			56.4
	Смакс., га	10.0	96.0		346.0			
	Смин., га	3.0	11.0		105.0			
Склоновые	S, га	181	6509	6690	23625	4936		35251
	кол-во	34	148	182	93	4		279
	Ср., га	5.3	44.0	36.8	254.0	1234.0		126.3
	Смакс., га	10.0	100.0		826.0	1557.0		
	Смин., га	1.0	11.0		101.0	1004.0		
Пойменные	S, га	51	662	713	3139			3852
	кол-во	13	19	32	12			44
	Ср., га	3.9	34.8	22.3	261.6			87.5
	Смакс., га	10.0	92.0		567.0			
	Смин., га	1.0	12.0		102.0			
Террасные	S, га	19	425	444	1385			1829
	кол-во	5	11	16	5			21
	Ср., га	3.8	38.6	27.8	277.0			87.1
	Смакс., га	6.0	94.0		581.0			
	Смин., га	3.0	11.0		157.0			
Комплексные	S, га				1761	98613	40699	141073
	кол-во				2	29	2	33
	Ср., га				880.5	3400.4	20349.5	4274.9
	Смакс., га				916.0	9947.0	23417.0	
	Смин., га				845.0	1044.0	17282.0	
Все типы	S, га	496	13465	13961	55076	122212	40699	231948
	кол-во	94	321	415	197	45	2	659
	Ср., га	5.3	41.9	33.6	279.6	2715.8	20349.5	352.0

Колочные леса можно рассматривать как экосистемы локального уровня пространственной генерализации. При этом в зависимости от размера их можно разделить на две категории. Участки до 10 га – лесные насаждения, соответствуют простому локальному уровню (нанохоры). Такой массив представляет собой лесной фитоценоз (насаждение). Участки (типы леса), площадь которых составляет от 10 до 100 га, соответствуют сложному локальному уровню (микрохоры). Они представляют собой лесные единицы – типы леса.

Участки, площадь которых колеблется в пределах от 100 до 1000 га, соответствуют простому ландшафтному уровню (мезохоры). Они представляют собой комплексы типов леса (лесные урочища).

Массивы размером 1000-10000 га соответствуют сложному ландшафтному уровню (макрохоры) и представляют собой сочетания комплексов типов лес (лесные местности).

Массивы, размер которых превышает 10 тыс. га, соответствуют региональному ландшафтному уровню (мегахоры). Они представляют собой лесные ландшафты и выражают все разнообразие экосистем, присущих тому или иному лесорастительному району.



Фото 1. Плакорный лесной массив (здесь и далее фото А.Ю. Кудрявцева).

Photo 1. Forest massif on a flat interfluvium (all photos by A.Yu. Kudryavtsev).

Плакорные леса. Участки, расположенные на ровных плато (фото 1). Размеры этих массивов варьируют в очень широком диапазоне. Мелкие участки представляют собой лесные колки. Их доля от общей площади плакорных лесов невелика. Наиболее распространены в пределах плакора участки площадью от 100 до 1000 га, представляющие собой лесные урочища. Таким образом, для лесов, приуроченных к плакорам, характерна довольно высокая фрагментированность. Количество крупных массивов незначительно. Это наиболее сложные системы плакоров, поскольку они состоят из экосистем различных типов (преимущественно овражно-балочных). Массивы средней величины представляют

собой остатки крупных массивов раздробленных в результате деятельности человека. Набор местообитаний в них обычно невелик, нередко эти участки представлены одним экотопом. Колочные участки могут быть еще более мелкими фрагментами плакорных массивов или формироваться в результате восстановления леса на обезлесенных территориях.

Нагорные леса. Массивы приурочены к высоким правым берегам рек с прилегающими частями плакоров, сильно дренированные пересекающимися их балками (фото 2). Таким образом, каждый участок нагорного леса представляет собой довольно сложный комплекс, в который входят лесные экосистемы склонов в сочетании с овражно-балочными (байрачными) лесами. Поэтому степень их фрагментированности значительно меньше, чем плакорных. Гораздо более распространены участки размером от 100 до 1000 га. Преобладают крупные лесные массивы.



Фото 2. Нагорный лесной массив. **Photo 2.** Upland forest massif.

Байрачные леса. Распространены по оврагам и балкам. Обычно занимают склоны и тальвеги. Иногда лесная растительность выходит на плакор (фото 3). Разнообразие геоморфологических, микроклиматических, гидрологических и петрографических условий порождает в балках значительную пестроту почвенно-грунтовых условий и растительности. В пределах облесенной балки (байрака) расположены различные типы растительности: степной, лесной, луговой, болотной, солончаковой (рис. 3). Лесная растительность приурочена к более выщелоченным позициям, связанным с верховьями балок и преимущественно со склонами северных экспозиций (Бельгард, 1950, 1971). В настоящее

время на исследуемой территории к байрачным лесам зачастую примыкают участки лесных культур, образуя с ними единое целое. Преобладают мелкие участки. Количество участков среднего размера невелико.

Массивы склонов. Расположены на склонах плато, слабо дренированных сетью балок и оврагов (фото 4). Мелкие участки занимают одно местообитание (экоотоп). Это может быть верхняя, приводораздельная часть склона, средняя часть или нижняя часть склона, переходящая в его подошву. Крупные участки занимают весь склон, иногда на довольно большом протяжении. В этом случае участок объединяет ряд экоотопов, перечисленных выше, образуя своеобразную катену. Колочные леса на склонах распространены очень широко. Довольно много мелких участков, однако их общая площадь невелика. Количественно преобладают колки размером от 10 до 100 га. Наибольшую площадь занимают лесные массивы средней величины.



Фото 3. Байрачный лесной массив. **Photo 3.** Forest massif in a gully.

Пойменные массивы. Приурочены к поймам рек и ручьев. Иногда захватывают часть надпойменных террас (фото 5). Рельеф и почвы довольно разнообразны. Лесные участки, как правило, сочетаются с лугами и в меньшей мере с болотами и водоемами. Довольно значительна в поймах площадь колочных лесов. Мелкие колки распространены слабо. Гораздо большую территорию занимают крупные колки. Преобладают участки величиной от 100 до 1000 га. Массивов пойменных лесов крупного размера (свыше 1000 га) не отмечено.

Террасные (аренные) массивы. Расположены на надпойменных террасах (аренах), прилегающих к поймам рек (фото 6). Иногда включают в себя участки поймы или склонов. Растительный покров арен отличается большим разнообразием. Здесь наряду с голыми или

слабо заросшими песками встречаются участки так называемой песчаной степи. Песчаные степные участки чередуются с фрагментами лесов и торфяными болотами. Количество мелких участков невелико. Преобладают лесные массивы средней величины.

Комплексные массивы. Крупные участки лесов, представляющие собой комплексы со значительным количеством местообитаний (фото 7-9). Их можно рассматривать как сочетание массивов более простой структуры: нагорных с пойменными и плакорными. Комплексные лесные массивы преобладают в структуре лесного покрова. Хотя количество таких участков невелико, именно они представляют собой эталонные образцы лесных экосистем. Преобладают массивы размером от 1000 до 10000 га. Два наиболее крупных массива имеют площадь свыше 10000 га.

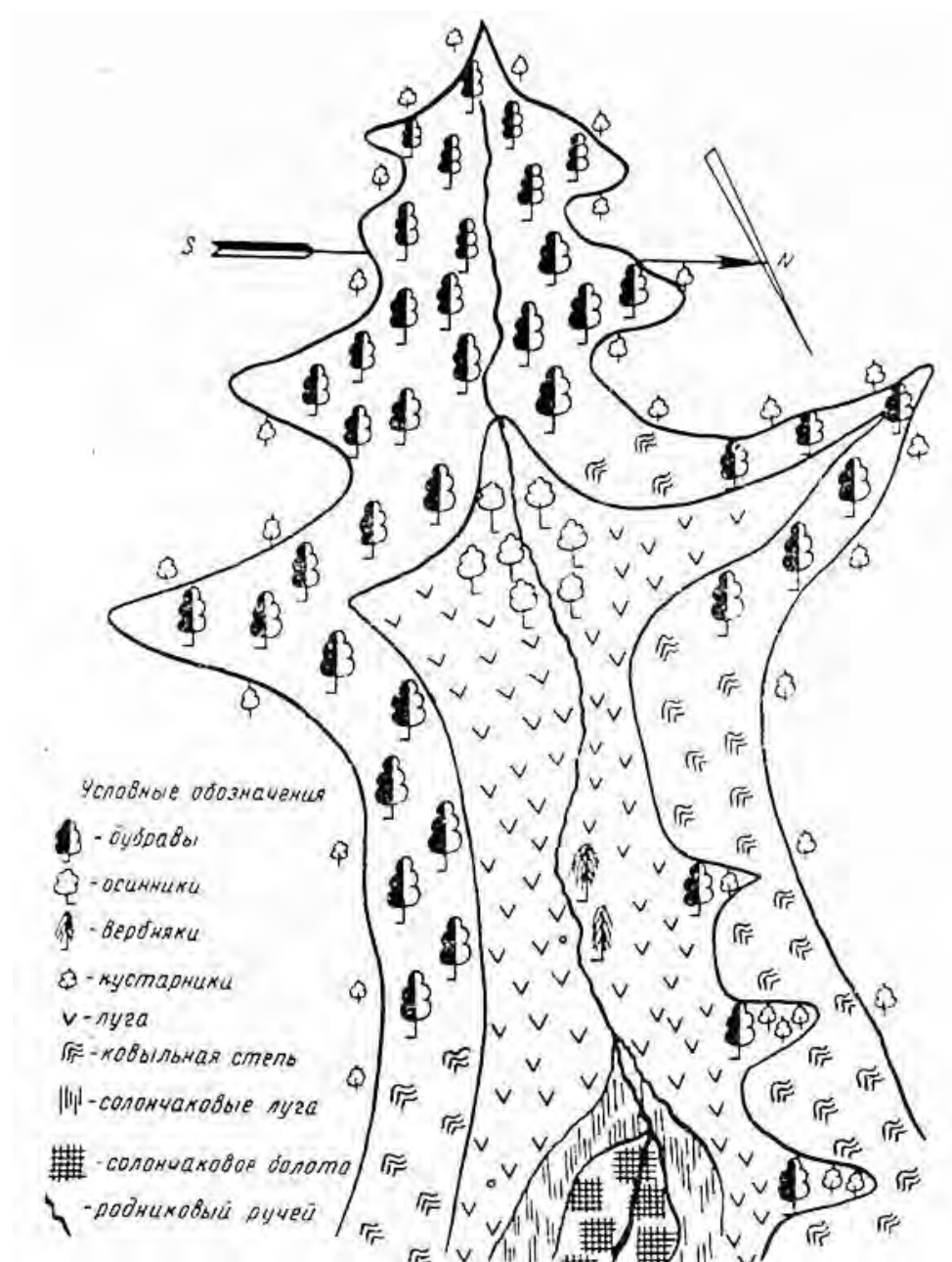


Рис. 3. Схема растительного покрова балки байрака (Бельгард, 1971).

Fig. 3. Scheme of the vegetation cover of the gully or bairak (Бельгард, 1971).

Анализируя состав массивов сгруппированных по размерам, можно отметить закономерности изменения состава древостоев в массивах различной площади (табл. 4). В колочных участках размером до 10 га явно выражено преобладание дуба. По мере возрастания площади участков его доля в составе уменьшается. Степень участия производных мелколиственных пород, напротив, увеличивается, достигая максимума в наиболее крупных массивах. Подобным же образом изменяется процент участия липы, однако в самых крупных массивах ее доля заметно меньше. Для клена и ясеня характерно максимальное присутствие на территории средних и крупных участков. Значительная роль сосны, как правило, объясняется высокой долей лесных культур. Степень участия в составе пойменных видов незначительна, и ее изменения не носят закономерного характера.



Фото 4. Склоновый лесной массив. **Photo 4.** Forest massif on a slope.

Лесные массивы различного типа имеют четкие отличия по составу основных лесообразователей (Кудрявцев, Мостовенко, 2011).

Байрачные лесные массивы характеризуются доминированием дуба, степень участия других широколиственных пород невелика (табл. 5). Значительную роль в составе играет осина. Высокая степень участия сосны обусловлена значительными площадями лесных культур, созданных в верхних частях склонов. Заметна роль ивы ломкой, образующей насаждения по тальвегам оврагов.

На плакорах преобладают мелколиственные породы (береза и осина). Практически все сосняки представлены лесными культурами. Доля дуба относительно невелика. Из других широколиственных видов заметна роль липы. Остальные породы представлены в составе лишь долями процента. Присутствие пойменных видов практически не заметно.

Для нагорных лесных массивов характерно преобладание дуба, хотя и не столь заметное, как в байрачных. Второе место по значимости занимает осина. Из широколиственных видов существенна роль липы, присутствие ясеня и клена остролистного также заметно. Из пойменных видов необходимо отметить довольно значительную долю ольхи черной, древостои которой приурочены к подошвам склонов. Доля сосновых культур для нагорных лесов минимальна, поэтому и участие сосны в составе древостоев для этого типа незначительно.

В составе пойменных лесов необходимо отметить высокий процент сосновых древостоев, связанных с песчаными почвами гривистой поймы. Преобладающими породами являются дуб и осина. Из широколиственных спутников дуба необходимо отметить вяз, доля которого в этом типе массивов максимальна. Довольно велик процент ясеня, гораздо меньше роль клена остролистного. Роль пойменных видов относительно невелика, хотя степень их присутствия здесь максимальна. Преобладает ольха черная, несколько меньше доля участия ивы ломкой.



Фото 5. Пойменный лесной массив.
Photo 5. Forest massif on a floodplain.



Фото 6. Ареный (террасный) лесной массив.
Photo 6. Arena (terrace) forest massif.

Массивы, расположенные на склонах, характеризуются преобладанием дуба, совсем немного ему уступает сосна. Широко представлены мелколиственные породы, преимущественно осина. Из широколиственных спутников дуба заметна только роль липы. Пойменные виды представлены крайне незначительно.

В лесах надпойменных террас преобладает осина. Значительно меньше доля березы. В целом мелколиственные породы составляют около 40%. Из числа широколиственных видов заметна роль дуба и немного уступающей ему липы. Крайне редко встречаются ясени.

и вяз. Более велика доля клена остролистного. Минимально значение всех пойменных видов.

Массивы комплексов характеризуются довольно выровненным составом, поскольку включают в себя все вышеописанные типы массивов. Характерной для них является максимальная (наряду с террасными) доля лесных культур. Поэтому доля сосны довольно высока. Преобладает осина. Значительно уступают ей дуб и береза, степень участия которых в составе почти одинакова. Несколько меньше роль липы. Остальные спутники дуба имеют небольшое значение. Процент участия в составе пойменных видов также невелик.

Выводы

Краткий очерк истории природопользования позволяет выделить основные факторы преобразования ландшафтов.

- Уменьшение доли лесов и увеличение роли лугово-степной растительности как следствие доминирования скотоводства в сельском хозяйстве до XVIII в.;
- изменение видового состава лесов в связи с использованием сосны и дуба на строительство;
- сокращение площади лесов и степей в связи с переориентацией сельского хозяйства на земледелие и вследствие этого массовой распашкой плакоров в течение трех последних столетий;
- создание искусственных посадок на землях, ставших непригодными для сельскохозяйственного использования, а также выделение заповедных участков, исключенных из хозяйственной деятельности.



Фото 7. Комплексный лесной массив. Сосновый лес.
Photo 7. Complex forest massif. Pine forest.



Фото 8. Комплексный лесной массив. Дубрава. **Photo 8.** Complex forest massif. Oak forest.



Фото 9. Комплексный лесной массив. Ольшаник. **Photo 9.** Complex forest massif. Alder forest.
Таблица 4. Видовой состав древостоев в лесных массивах различной площади.

Table 4. Species composition of the forest massifs of different area.

Размер массивов, га	Доля лесных культур, % от покрытой лесом площади	Основные лесообразующие породы (% от общего запаса)											
		Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>)	Дуб (<i>Quercus robur</i> L.)	Ясень (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	Вяз (<i>Ulmus laevis</i>)	Береза (<i>Betula pendula</i>)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i>)	Липа (<i>Tilia cordata</i>)	Тополь (<i>Populus nigra</i>)	Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i>)	Тальник (<i>Salix cinerea</i>)
<10	24.2	27.9	43.5	0.2	1.5	0.7	6.8	11.7	1.6	2.5	0.2	3.0	0.1
11-100	24.2	22.4	36.0	1.2	1.6	0.6	11.1	18.5	1.0	5.7	0.2	1.2	0.2
101-1000	22.1	22.7	27.9	1.7	1.8	0.3	11.3	24.2	1.1	7.8	0.4	0.5	0.1
1001-10000	19.6	19.6	18.8	1.8	2.0	0.5	14.2	25.6	1.1	14.9	0.2	1.0	0.1
>10000	32.7	30.2	13.4	0.1	0.1	1.4	18.5	24.6	2.7	8.0	0.1	0.8	0.1

Таблица 5. Видовой состав древостоев в различных типах лесных массивов. **Table 5.** Species composition of different forest massifs.

Типы массивов	Доля лесных культур, % от покрытой лесом площади	Основные лесообразующие породы (% от общего запаса)											
		Сосна (<i>Pinus sylvestris</i>)	Дуб (<i>Quercus robur</i>)	Ясень (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Клен остролистный (<i>Acer platanoides</i>)	Вяз (<i>Ulmus laevis</i>)	Береза (<i>Betula pendula</i>)	Осина (<i>Populus tremula</i> L.)	Ольха черная (<i>Alnus glutinosa</i>)	Липа (<i>Tilia cordata</i>)	Тополь (<i>Populus nigra</i>)	Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i>)	Тальник (<i>Salix cinerea</i>)
байрачные	23.9	21.1	45.0	1.9	1.9	0.2	7.0	17.1	0.9	2.1	0.1	2.3	0.4
плакорные	24.7	22.4	19.6	0.4	0.8	0.1	20.1	28.7	0.1	7.4	0.4	0.1	0.1
нагорные	14.5	14.2	32.0	2.9	2.8	0.3	5.2	23.0	2.3	15.8	0.3	0.9	0.1
пойменные	15.6	21.6	29.4	2.4	1.9	3.2	0.8	22.8	7.2	3.9	0.3	5.6	1.1
склоновые	25.3	27.7	29.3	1.4	1.9	0.1	11.4	19.8	0.2	7.4	0.2	0.2	0.1
террасные	27.1	25.9	16.1	0.1	1.2	0.5	9.8	29.3	0.1	14.8	2.2	0.1	0.1
комплексные	27.1	22.2	16.8	1.4	1.5	0.8	15.6	25.7	1.6	12.9	0.2	1.0	0.1

Спецификой природопользования на изучаемой территории были мелкоконтурность всех угодий (лесов, лугов, пашен) и многократное изменение способов использования каждого конкретного участка в течение последних столетий.

В результате в настоящее время сформировался ландшафт, представляющий собой сложную систему естественных и искусственных лесов, перемежающихся со степными участками и сельхозугодиями (пашни, сенокосы, пастбища), а также системой защитных лесополос. Его особенностями являются фрагментированность лесных участков и большая протяженность опушек. Высокая мозаичность, обусловленная сильно изрезанным рельефом, еще более усугубляется наличием опушек различной конфигурации и экспозиции.

Степень нарушенности лесного покрова на изученной территории чрезвычайно высока. Сегодня лесистость региона составляет 13.4%, что значительно меньше необходимого минимума («оптимальной лесистости»), который, по мнению А.А. Молчанова (1973), должен быть не ниже 26%. Велико количество мелких участков колочных лесов, хотя основную площадь занимают крупные массивы. Фрагментация лесов в результате деятельности человека изменила природный характер не только состава и строения лесных фитоценозов, но и морфологические характеристики лесных массивов, многие из которых распались на отдельные части. В зависимости от площади массив может представлять собой фрагмент лесной экосистемы, отдельную экосистему или их комплекс различной сложности.

Различные категории лесных массивов достаточно четко различаются по видовому составу основных лесообразователей. Эта разница прослеживается как при сравнении участков разной площади, так и типов массивов. С одной стороны, это характеризует разницу условий произрастания (экотопов), а с другой, степень антропогенной трансформации. Мелкие колочные леса характеризуются упрощенной видовой структурой, в то же время в составе древостоев здесь меньше доля производных мелколиственных лесов. Типы массивов со сложным рельефом (байрачные, нагорные, пойменные) наименее затронуты хозяйственной деятельностью. Наибольшие изменения характерны для плакорных участков, что выражается в максимальной степени участия в составе мелколиственных лесов и наибольшей доле земель, занятых лесными культурами различного состава. Леса склонов и надпойменных террас занимают промежуточное положение. Древостои крупных комплексных массивов также в значительной степени преобразованы. Это свидетельствует об их интенсивном лесохозяйственном использовании. В то же время вследствие разнообразия экотопов они характеризуются довольно богатым видовым составом.

При этом растительность центральной части Приволжской возвышенности можно считать наименее трансформированной. Сохранению ландшафтов на этой территории способствовали такие факторы, как чрезвычайно сильная расчлененность рельефа в сочетании с преобладанием слаборазвитых почв и довольно засушливым климатом. Такое сочетание сделало эту территорию довольно неблагоприятной для развития интенсивного земледелия. В то же время удаленность от водных артерий долгое время препятствовала массовой вырубке лесов, поскольку сплав леса по мелководным рекам был невозможен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

REFERENCES

- | | |
|--|--|
| 1. Бельгард А.Л. 1950. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: КГУ. 264 с. | 1. Belgard AL. Forest vegetation of the southeast of the Ukrainian SSR [<i>Lesnaya rastitel'nost' yugo-vostoka USSR</i>]. Kiev: KGU, 1950:264. |
| 2. Бельгард А.Л. 1971. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность. 336 с. | 2. Belgard AL. Steppe forestry [<i>Stepnoye lesovedeniye</i>]. Moscow: Lesnaya Promyshlennost', 1971:336. |
| 3. Благовещенский В.В. 2005. | |

- Растительность Приволжской возвышенности в связи с ее историей и рациональным использованием. Ульяновск: УЛГУ. 715 с.
4. Виноградов Б.В. 1998. Основы ландшафтной экологии. М.: Геос. 418 с.
 5. Гошуляк В.В. 1995. История Пензенского края: Кн. 1. С древнейших времен до начала 13 века. Пенза: Пензенская Правда. 146 с.
 6. Гошуляк В.В. 1996. История Пензенского края: Кн. 2. 13-17 вв. Пенза: Пензенская Правда. 133 с.
 7. Гошуляк В.В. 1998. История Пензенского края: Кн. 3. 18 век. Пенза: Пензенская Правда. 125 с.
 8. Дылис Н.В. 1973. Основы биогеоценологии. М.: Изд-во МГУ. 151 с.
 9. Коломыц Э.Г. 2005. Бореальный экотон и географическая зональность: атлас-монография. М.: Наука. 390 с.
 10. Кудрявцев А.Ю., Мостовенко О.А. 2012. Структура лесного покрова в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Режимы степных ООПТ. Материалы конференции, посвященной 130-летию В.В. Алехина. Курск. С. 87-91.
 11. Кудрявцев А.Ю., Мостовенко О.А. 2011. Структура лесного покрова в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 13. № 5. С. 125-129.
 12. Кузьменко Е.И., Михеев В.С. 2008. Эколого-географические и картографические основы комплексного изучения лесов Сибири. Новосибирск: Гео. 207 с.
 13. Мелехов И.С. 1980. Лесоведение. М.: Лесная промышленность. 408 с.
 14. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. 1978. Фитоценология. Принципы и методы. М.: Наука. 211 с.
 15. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. 2001. Современная наука о растительности. М.: Логос. 264 с.
 16. Молчанов А.А. 1973. Влияние леса на окружающую среду. М. Наука. 359 с.
 3. Blagoveshchenskiy VV. Vegetation of the Volga Upland in relation to its history and rational use [*Rastitel'nost' Privolzhskoy vozvyshennosti v svyazi s yeye istoriyey i ratsional'nyim ispol'zovaniyem*]. Ulyanovsk: ULGU, 2005:715.
 4. Vinogradov BV. Fundamentals of landscape ecology [*Osnovy landshaftnoy ekologii*]. Moscow: Geos, 1998:418.
 5. Goshulyak VV. History of the Penza region: Book 1 [*Istoriya Penzenskogo kraya: Kniga 1*]. From ancient times to the beginning of the XIII century [*S drevneyshikh времен do nachala 13 veka*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1995:146.
 6. Goshulyak VV. History of the Penza region: Book 2 [*Istoriya Penzenskogo kraya: Kniga 2*]. XIII-XVII centuries [*13-17 vv.*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1996:133.
 7. Goshulyak VV. History of the Penza region: Book 3 [*Istoriya Penzenskogo kraya: Kniga 3*]. XVIII century [*18 vek*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1998:125.
 8. Dylis NV. Foundations of biogeocenology [*Osnovy biogeotsenologii*]. Moscow: Publishing House of MGU, 1973:151.
 9. Kolomyts EG. Boreal ecotone and geographic zoning: atlas-monograph [*Boreal'nyy ekoton i geograficheskaya zonal'nost': atlas-monografiya*]. Moscow: Nauka, 2005:390.
 10. Kudryavtsev AYu, Mostovenko OA. The structure of forest cover in the forest-steppe zone of the Middle Volga Region [*Struktura lesnogo pokrova v lesostepnoy zone Srednego Povolzh'ya*] Regimes of steppe specially protected nature territories, Proc. of the Conference dedicated to the 130th anniversary of V.V. Alekhin, 2012, Kursk [*Rezhimy stepnykh OOPT: materialy Konferentsii, posvyashchennoy 130-letiyu V.V. Alekhina*]. 2012:87-91.
 11. Kudryavtsev AYu, Mostovenko OA. The structure of forest cover in the forest-steppe zone of the Middle Volga region [*Struktura lesnogo pokrova v lesostepnoy zone Srednego Povolzh'ya*]. Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences [*Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*]. 2011;(13) 5:125-129.

17. Морозов Г.Ф. 1970. Избранные труды. Т. 1. М.: Наука. 455 с.
18. Морозов Г.Ф. 1971. Избранные труды. Т. 2. М.: Наука. 531 с.
19. План лесонасаждений Аргамаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
20. План лесонасаждений Башмаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
21. План лесонасаждений Белинского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
22. План лесонасаждений Морозовского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
23. План лесонасаждений Поимского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
24. План лесонасаждений Свищевского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
25. План лесонасаждений Бековского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
26. План лесонасаждений Кольшлейского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1: 25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
27. План лесонасаждений Малосердобинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1: 25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
28. План лесонасаждений Секретарского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
29. План лесонасаждений Сердобского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
12. Kuzmenko YeI, Mikheyev VS. Ecological-geographical and cartographic foundations of a comprehensive study of the forests of Siberia [*Ekologo-geograficheskiye i kartograficheskiye osnovy kompleksnogo izucheniya lesov Sibiri*]. Novosibirsk: Geo, 2008:207.
13. Melekhov IS. Forestry [*Lesovedeniye*]. Moscow: Lesnaya Promyshlennost', 1980:408.
14. Mirkin BM, Rozenberg GS. Phytocenology. Principles and methods [*Fitotsenologiya. Printsipy i metody*]. Moscow: Nauka, 1978:211.
15. Mirkin BM, Naumova LG, Solomeshch AI. Modern vegetation science [*Sovremennaya nauka o rastitel'nosti*]. Moscow: Logos, 2001:264.
16. Molchanov AA. Impact of the forests on the environment [*Vliyaniye lesa na vsyu sredu*]. Moscow: Nauka, 1973:359.
17. Morozov GF. Selected works [*Izbrannyye trudy*]. Moscow: Nauka, 1970;1:455.
18. Morozov GF. Selected works [*Izbrannyye trudy*]. Moscow: Nauka, 1971;2:531.
19. Afforestation plan for the Argamakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Argamakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
20. Afforestation plan for the Bashmakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Bashmakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
21. Afforestation plan for the Belinsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Belinskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
22. Afforestation plan for the Morozovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Morozovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.

30. План лесонасаждений Софьинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
31. План лесонасаждений Тамалинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2004. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
32. План лесонасаждений Даниловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2005. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
33. План лесонасаждений Козловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. М 1:25000. 2005. ФГУП «Поволжский леспроект». 1 л.
34. *Полесских М.Р.* 1977. Древнее население Верхнего Посурья и Примокшанья. Пенза: Пензенская Правда. 88 с.
35. Почвенная карта Пензенской области. М 1:300000. 1984. Волжский государственный проектный институт по землеустройству. 1 л.
36. Природа Пензенской области. 1955. Пенза: Кн. изд-во Пенза. 461 с.
37. Проект Организации и ведения лесного хозяйства Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». Пенза. 2004а. 386 с.
38. Проект Организации и ведения лесного хозяйства Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». Пенза. 2004б. 291 с.
39. Проект Организации и ведения лесного хозяйства Лопатинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». Пенза. 2005. 325 с.
40. *Смолоногов Е.П.* 1994. Лесообразовательный процесс и его особенности // Экология. № 1. С. 3-9.
41. *Смолоногов Е.П.* 1998. Основные положения генетического подхода при построении лесотипологических классификаций // Экология. № 4. С. 256-261.
23. Afforestation plan for the Poimskoye forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Poimskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
24. Afforestation plan for the Svishchevsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Svishchevskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
25. Afforestation plan for the Bekovsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Bekovskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt". 2004:1.
26. Afforestation plan for the Kolyshley forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Kolyshleyskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
27. Afforestation plan for the Maloserdobinsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Maloserdobinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
28. Afforestation plan for the Sekretarskiy forestry of the Serdobsk forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Sekretarskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
29. Afforestation plan for the Serdobsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Serdobskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
30. Afforestation plan for the Sofya forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Sofinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
31. Afforestation plan for the Tamal forestry of

42. Смолоногов Е.П., Алесенков Ю.М., Поздеев Е.Г. 2004. Географо-генетический подход к построению лесотипологических классификаций // Лесоведение. № 5. С. 76-80.
43. Сочава В.Б. 1978. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука. 319 с.
44. Сукачев В.Н. 1964. Динамика лесных биогеоценозов // Основы лесной биогеоценологии. М.: Изд-во АН СССР. С. 458-486.
45. Сукачев В.Н. 1975. Избранные труды. Проблемы фитоценологии. Т. 3. Л.: Наука. 543 с.
46. Таксационное описание Аргамаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 488 с.
47. Таксационное описание Башмаковского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 601 с.
48. Таксационное описание Белинского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 563 с.
49. Таксационное описание Морозовского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 527 с.
50. Таксационное описание Поимского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 474 с.
51. Таксационное описание Свищевского лесничества Белинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 544 с.
52. Таксационное описание Бековского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 521 с.
53. Таксационное описание Кольшлейского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект».
- the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Tamalinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004:1.
32. Afforestation plan for the Danilovskoye forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Danilovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2005:1.
33. Afforestation plan for the Kozlovsky forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Plan lesonasazhdeniy Kozlovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:25000. FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2005:1.
34. Poleskikh MR. Ancient population of the Upper Posurye and Primokshan area [*Drevneye naseleniye Verkhnego Posur'ya i Primokshan'ya*]. Penza: Penzenskaya Pravda, 1977:88.
35. Soil map of the Penza region [*Pochvennaya karta Penzenskoy oblasti*]. Scale 1:300000. Volzhskiy gosudarstvennyy proyektnyy institut po zemleustroystvu, 1984:1.
36. Nature of Penza Region [*Priroda Penzenskoy oblasti*]. Penza: Publishing House "Penza", 1955:461.
37. The project of the organization and management of forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Proyekt Organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Penza: FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004a:386.
38. The project of the organization and management of forestry in the Serdobsk forestry enterprise in Penza region [*Proyekt Organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Penza: FGUP "Povolzhskiy lesproyekt", 2004b:291.
39. The project of the organization and management of forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Proyekt Organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. Penza: FGUP "Povolzhskiy lesproyekt",

- леспроект». 2004. 622 с.
54. Таксационное описание Малосердобинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 480 с.
 55. Таксационное описание Секретарского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 557 с.
 56. Таксационное описание Сердобского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 490 с.
 57. Таксационное описание Софьинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 555 с.
 58. Таксационное описание Тамалинского лесничества Сердобского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2004. 589 с.
 59. Таксационное описание Даниловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2005. 503 с.
 60. Таксационное описание Козловского лесничества Лопатинского лесхоза Пензенской области. ФГУП «Поволжский леспроект». 2005. 476 с.
 61. Танфильев Г.И. 1953. Географические работы. М.: Географгиз. 675 с.
 62. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1966. М.: ГУГК. Л. N-38-123.
 63. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1983. М.: ГУГК. Л. N-38-111.
 64. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1986. М.: ГУГК. Л. N-38-126.
 65. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1987. М.: ГУГК. Л. N-38-125.
 66. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1988. М.: ГУГК. Л. N-38-98, N-38-110.
 67. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 1990. М.: ГУГК. Л. N-38-99, N-38-100, N-38-113, N-38-101, N-38-112, N-38-127.
 68. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 2000. М.: ГУГК. Л. N-38-124.
 - 2005:325.
 40. Smolonogov YeP. Forest-forming process and its features [Lesoobrazovatel'nyy protsess i yego osobennosti] *Ecology*. 1994;1:3-9.
 41. Smolonogov YeP. The main provisions of the genetic approach in the construction of forest typological classifications [Osnovnyye polozheniya geneticheskogo podkhoda pri postroyenii lesotipologicheskikh klassifikatsiy] *Ecology*. 1998;4:256-261.
 42. Smolonogov YeP, Alesenkov YuM, Pozdeyev YeG. Geographic and genetic approach to the construction of forest-typological classifications [Geografo-geneticheskiy podkhod k postroyeniyu lesotipologicheskikh klassifikatsiy] *Forestry [Lesovedeniye]*. 2004;5:76-80.
 43. Sochava VB. Introduction to the theory of geosystems [Vvedeniye v ucheniye o geosistemakh]. Novosibirsk: Nauka, 1978:319.
 44. Sukachev VN. Dynamics of forest biogeocenoses [Dinamika lesnykh biogeotsenozov] *Foundations of forest biogeocenology [Osnovy lesnoy biogeotsenologii]*. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 1964:458-486.
 45. Sukachev VN. Selected works [Izbrannyye trudy] *Problems of phytocenology [Problemy fitotsenologii]*. Leningrad: Nauka, 1975;3:543.
 46. Taxation description of the Argamakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [Taksatsionnoye opisaniye Argamakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:488.
 47. Taxation description of the Bashmakovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [Taksatsionnoye opisaniye Bashmakovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:601.
 48. Taxation description of the Belinsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [Taksatsionnoye opisaniye Belinskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:563.

69. Топографическая карта. Масштаб 1:100000. 2001. М.: ГУГК. Л. N-38-114.
70. Ярмишко В.Т., Баккал И.Ю., Борисова О.В., Горшков В.В., Катютин П.Н., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Ставрова Н.И., Ярмишко М.А. 2009. Динамика лесных сообществ Северо-Запада России. СПб.: ВВМ. 276 с.
71. Angelstam P. 1998. Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forests by developing natural disturbance regimes // *Journal of Vegetation Science*. No. 9. P. 593-602.
72. Cambi M., Certini G., Marchi E. 2015. The Impact of Heavy Traffic on Forest Soils: A Review // *Forest Ecology and Management*. Vol. 338. P. 124-138.
73. Formann R.T.T., Gordon M. 1986. *Landscape ecology*. N.Y.: Willey. 620 p.
74. Kuparinen A., Savalainen O., Schurr F.M. 2010. Increased Mortality Can Promote Evolutionary Adaptation of Forest Trees to Climate Change // *Forest Ecology and Management*. Vol. 259. No. 5. P. 1003-1008.
75. Mueller-Dombois D., Ellenberg H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. N.Y.: Willey. 547 p.
76. Sugart H.J., Grow T.R., Helt J.M. 1973. Forest succession models. A rational and methodology for modeling forest succession over large region // *Forest Science*. Vol. 19. No. 3. P. 203-212.
77. Walter H., Box E. 1976. Global classification of terrestrial ecosystems // *Vegetatio*. Vol. 32. No. 2. P. 75-81.
49. Taxation description of the Morozovsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Morozovskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:527.
50. Taxation description of the Poimsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Poimskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:474.
51. Taxation description of the Svishchevsky forestry of the Belinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Svishchevskogo lesnichestva Belinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:544.
52. Taxation description of the Bekovsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Bekovskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:521.
53. Taxation description of the Kolyshley forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Kolyshleyskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:622.
54. Taxation description of the Maloserdobinsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Maloserdobinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:480.
55. Taxation description of the Sekretarskiy forestry of the Serdobsk enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Sekretarskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:557.
56. Taxation description of the Serdobsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Serdobskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:490.
57. Taxation description of the Sofyinsky forestry

- of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Sof'inskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:555.
58. Taxation description of the Tamalinsky forestry of the Serdobsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Tamalinskogo lesnichestva Serdobskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2004:589.
59. Taxation description of the Danilovskoye forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Danilovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2005:503.
60. Taxation description of the Kozlovsky forestry of the Lopatinsky forestry enterprise in Penza region [*Taksatsionnoye opisaniye Kozlovskogo lesnichestva Lopatinskogo leskhoza Penzenskoy oblasti*]. FSUE "Povolzhsky Lesproekt", 2005:476.
61. Tanfilyev G.I. Geographic works [*Geograficheskiye raboty*]. Moscow: Geografiz, 1953:675.
62. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1966:N-38-123.
63. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1983:N-38-111.
64. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1986:N-38-126.
65. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1987:N-38-125.
66. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1988:N-38-98, N-38-110.
67. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 1990:N-38-99, N-38-100, N-38-113, N-38-101, N-38-112, N-38-127.
68. Topographic map [*Topograficheskaya karta*]. Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 2000:N-38-124.
69. Topographic map [*Topograficheskaya karta*].

- Scale 1:100000. Moscow: GUGK, 2001:N-38-114.
70. Yarmishko VT, Bakkal IYu., Borisova OV., Gorshkov VV., Katyutin PN., Lyanguzova IV., Maznaya YeA., Stavrova NI., Yarmishko MA. Dynamics of forest communities in the North-West of Russia [*Dinamika lesnykh soobshchestv Severo-Zapada Rossii*]. Saint Petersburg: VVM, 2009:276.
 71. Angelstam P. Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forests by developing natural disturbance regimes. *Journal of Vegetation Science*. 1998;9:593-602.
 72. Cambi M., Certini G., Marchi E. The Impact of Heavy Traffic on Forest Soils: A Review. *Forest Ecology and Management*. 2015;(338):124-138.
 73. Formann RTT, Gordon M. Landscape ecology. N.Y.: Willey, 1986:620.
 74. Kuparinen A., Savalainen O., Schurr FM. Increased Mortality Can Promote Evolutionary Adaptation of Forest Trees to Climate Change. *Forest Ecology and Management*. 2010;5(259):1003-1008.
 75. Mueller-Dombois D, Ellenberg H. Aims and methods of vegetation ecology. N.Y.: Willey, 1974:547.
 76. Sugart HJ, Grow TR, Helt JM. Forest succession models. A rational and methodology for modeling forest succession over large region. *Forest Science*. 1973;(19) 3:203-212.
 77. Walter H, Box E. Global classification of terrestrial ecosystems. *Vegetation*. 1976;(32) 2:75-81.

UDC 630*182.58

TRANSFORMATION FOREST ECOSYSTEMS OF MIDDLE VOLGA FOREST-STEPPE

© 2021. A.Yu. Kudryavtsev* **

*State Natural Reserve "Privolzhskaya Lesostep"

Russia, 440031, Penza Region, Penza, Okruzhnaya Str. 12A

**Saratov Branch of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution
of the Russian Academy of Science

Russia, 410028, Saratov, Rabochaya Str. 24. E-mail: akdytaks@mail.ru

Received April 2, 2021. After revision June 14, 2021. Accepted June 15, 2021

At the forest-steppe zone unbroken forest cover are absent. Typical islands massifs of the forests different sizes, which related with different elements of the relief. Therefore, forest massif one can considered like one from basic units for investigation forest ecosystems, especially at the forest–steppe and steppe zone. Reduction of the forest areas and connected with him fragmentation forest cover at the forest–steppe zone demanded necessity distinguishing types of the massifs, which formed as a result fragmentation of the more large complex.

Territory of investigation located at the Central Russia in the central part of the Volga Upland divided by main watershed Volga and Don. North of forest–steppe at the Volga Upland territory passed to watershed Volga and Don. Investigations embraced left coastal of Sura river, upper part of the basin Khoher river and upper part of the basin river Mochsha. General area of the territory are composed more 1.7 million hectares. Object of our investigation is characterized spatial structure of the forest cover at middle Volga forest-steppe. Described different types forest massifs in the forest-steppe zone.

As units of the classification considered forest massifs different size. Distinguished of the massifs carry out with used plans of the forest implants S 1:25000 and topography maps S 1:100000. By help topography, maps definite belongs to every massif to elements of relief. Forests massifs belong to definite forms of relief united to types.

For identification the spatial structures of the ecosystems application morphometric method basis at analyze of frequency-spatial characteristics different scale level. This method include numbers presentation drawings of ecosystems and statistical analyze data lineal scanning theirs images. With dependence from area, woods parts may be combination of different-ranked ecosystems.

We described following types of the forest massifs, characteristic for forest-steppe zone of the Central Russia: plakor, nagornue, bajrak, massif on the slope, floodplain, arena (terraces), and complex forest massif. Species composition of timber stands marked 12 basic forest forming breeds of the forest massifs grouped at sizes and different types of the forest massifs analyzed.

Forest ecosystems transformation reflected to the reduction of the forest areas, fragmentation forests massifs, composition and structure alteration. A forest massifs was considered like complex different-ranked ecosystems. The data on the composition of the forest-forming trees species in the different types forest massifs are given. The current mosaic pattern of the forest ecosystems reflect realistic vegetation, the degree of it transformation and possible ways of regenerating the forest under certain landscape conditions. Degree of disturbance of the forest cover for investigated territory is extraordinary high. Fragmentation forests as result of the human activity changed natural character not only composition and structure of the forests phytocoenoses, but and morphological characteristics of the wooden massifs. Different categories of the wooden massifs enough clear differenced to species composition of the basic forest forming breeds.

Degree of disturbance of the forest cover for investigated territory is extraordinary high. At now time wood-cover of region composed 13.4 percent. That is considerable smaller of necessary minimum (“optimum wood-cover”), which by A.A. Molchanov (1973) due composing 26 percent as minimum. Quantity little paths of the kolki forests are large, though basic area occupied big wooden massifs. Fragmentation forests as result of the human activity changed natural character not only composition and structure of the forests phytocoenoses, but and morphological characteristics of the wooden massifs. Many of them disintegrated at separated parts.

Key words: forest-steppe zone, Volga Upland, forest cover, forest ecosystems, types of the forest massifs, species composition, degree of the transformation.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10084

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

УДК 556.14/16; 574.42

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАБИЛИТАЦИИ ЭКОСИСТЕМ ОБВОДНЕННЫХ
ТОРФЯНИКОВ В ПОЙМЕ РЕКИ ДУБНЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ
ГНЕЗДОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ СЕРОГО ЖУРАВЛЯ
(ТАЛДОМСКИЙ ГОРОДСКОЙ ОКРУГ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)¹**

© 2021 г. О.С. Гринченко*, А.В. Дулин**, К. Цоклер***,
Т. Теннхардт****, Н.В. Мокиевский*****

**Институт водных проблем РАН*

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

***ФЛ МСОО МООИР «Талдомское охотничье хозяйство»*

Россия, 141900, Московская область, г. Талдом, ул. Советская, д. 23

****Фонд Манфреда Хермсена*

Германия, Бремен, D-28209

*****Международный Союз охраны природы и биоразнообразия NABU*

Германия, Берлин, 10117

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

Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12

Поступила в редакцию 01.05.2021. После доработки 15.05.2021. Принята к публикации 01.06.2021

Большинство болот и многие заболоченные земли в Московской области претерпели полную хозяйственную трансформацию, пик которой пришёлся на 1920-1980-х гг. Сильному воздействию подверглись долины рек, где русла были зарегулированы для эффективного сброса избытка воды из дренажных систем. Проблемы деградации экосистем осушенных торфяников и окружающих их территорий, на которые это осушение влияет, поставили задачи обводнения и дальнейшей экологической реабилитации. Это важно для борьбы с тростниковыми и торфяными пожарами и для сохранения биоразнообразия на ООПТ и окружающих их осушенных торфяниках, подверженных этим пожарам.

Исследования проводились в Талдомском городском округе Московской области в 2001-2020 гг. в Дубненском болотном массиве. В этот период здесь были реализованы проекты по удержанию воды на нарушенных участках поймы р. Дубны. Финансовую поддержку проекту оказал фонд Манфреда Хермсена (Германия).

Одним из видов-индикаторов состояния водно-болотных экосистем является серый журавль, так как гнездование этого вида находится в тесной зависимости от гидрологических условий. В 2020 г. в пойме р. Дубны отмечено увеличение численности гнездовой популяции. Этому способствуют климатические изменения, в результате которых увеличивается заболачиваемость долинных территорий и повышается, стабилизируясь, уровень безнапорных грунтовых вод.

Появление территориальных пар серого журавля в гнездовой период и ночёвочных стаций в осенний период на обводнённом участке пойменных болот, где журавли ранее не отмечались, указывает на эффективность принятых мер по удержанию воды в старичных озёрах р. Дубны путём строительства дамб.

Изучение динамики распределения территориальных пар серых журавлей в водно-болотных ландшафтах даёт возможность делать выводы об изменениях условий среды и прогнозировать изменения состава животного населения для решения проблемы управления водно-болотными

¹ Работа выполнена по теме НИР ИВП РАН за 2018-2021 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.

экосистемами для сохранения их биоразнообразия.

Ключевые слова: обводнение торфяников, серый журавль, пойменные экосистемы, река Дубна, заказник «Журавлиная родина», вид-индикатор биоразнообразия.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10085

Московская область – субъект Российской Федерации с масштабными воздействиями на природную среду, в частности, и в особенности, на болота. Болота – уникальные природные ландшафты с единым ходом развития в течение нескольких тысячелетий. Сопряжённая эволюция болотных сообществ привела к высоко специфичному видовому разнообразию растений, животных и грибов. Некоторые виды встречаются исключительно на болотах. К болотам экологически близки и сложно пространственно отделимы от них заболоченные земли.

Хозяйственная деятельность приводит к необратимой трансформации всех типов водно-болотных экосистем. Наибольшему антропогенному воздействию подвергаются речные долины, которые испытывают пресс практически всего хозяйственного комплекса (Гринченко, 2005а; Кузьмина, Трёшкин, 2010). Антропогенное воздействие сказывается и на других типах водно-болотных ландшафтов, таких как озёра и приозёрные низменности, зарастающие переувлажнённые луга, приречные заболоченные кустарники, заболоченные лесные урочища среди полей. Исчезновение этих биотопов приводит к сокращению спектра местообитаний ряда видов животных (Николаев, 2000). Многие мало нарушенные водно-болотные местообитания объявлены особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) и в современных условиях имеют исключительное значение для сохранения биологического разнообразия, особенно в таких развитых и населённых регионах как Московская область (Гринченко, 2005б).

В Подмоскowie масштабное освоение болот и заболоченных долин рек происходило в 1920-1980-х гг., когда для добычи торфа, строительства дорог, освоения новых территорий под сельское хозяйство и улучшения продуктивности произрастающего на болотах леса (фото 1) было осушено большинство крупных торфяников региона.

Спустя несколько десятилетий на выработанных или частично выработанных торфяниках хозяйственная деятельность была прекращена, при этом рекультивация на большинстве территорий не проводилась. Ещё раньше оказались заброшенными неэффективно осушенные земли, где ведение сельского или лесного хозяйства представляло сложности и было нерентабельно. Осушение торфяников повлияло и на окружающие их заболоченные земли. Сильному воздействию подверглись долины рек, где русла были зарегулированы для эффективного сброса избытка воды из дренажных систем.

В 2002 и 2010 гг. многие из этих территорий стали основными объектами травяных и торфяных пожаров. Для снижения пожарной опасности таких земель необходимо обводнение и искусственное заболачивание (Водный кодекс Российской Федерации).

В западноевропейских странах уже многие годы используют различные методы обводнения торфяников. Эта работа направлена на восстановление болотной растительности, которая обеспечивает накопление торфа, и поддержание гидрологического режима. На обводнённых торфяниках начинается восстановление основных функций болотных экосистем, снижается опасность торфяных пожаров и повышается устойчивость территории при климатических изменениях (Минаева, Сирин, 2011).

В России первые проекты обводнения нарушенных пожароопасных торфяников были реализованы на особо охраняемых природных территориях и в их окрестностях, где торфяные пожары могли нанести серьёзный урон природным болотам и местам обитания редких видов растений и животных. Основной задачей было снижения площади и частоты торфяных пожаров. Работы велись в национальном парке «Мещёра» (Задеренко, 2004; Сирин

и др., 2011), на территории водно-болотного угодья международного значения «Камско-Бакалдинская группа болот» (Бакка и др., 2004), в северном Подмоскowie в окрестностях государственного природного заказника «Журавлиная родина» (Гринченко, 2005а, б, 2006, 2007; Гринченко и др., 2017; Каменнова, Минаева, 2018).



Фото 1. Осушительный канал в Дубненском болотном массиве, май 1980 г. (фото В.А. Зубакина).

В заказнике «Журавлиная родина» первый серьёзный торфяной пожар возник в июне 2000 г., когда на торфоразработках, примыкающих к болотам заказника, загорелась куча раскорчёванных корней. В тот год около 4 га сфагновых болот заказника были пройдены низовым пожаром.

В следующие годы стали регулярными поджоги сухой травы вдоль дорог и на невыкошенных лугах, разбитых на осушенных торфяных картах. Для тушения пожаров не хватало воды, поэтому встал вопрос перекрытия осушительных канав на торфянике для создания водоёмов, пригодных для противопожарного водозабора.

В 2001 г. был реализован первый проект по удержанию воды в осушительной системе урочища «Бублик» (Дубненский болотный массив, торфяное месторождение «Северное»), финансовую поддержку проекту оказал фонд Манфреда Хермсена (Германия).

Спустя несколько лет, появилась новая проблема – поджоги тростника в пойме р. Дубны. В связи с этим встала задача удержания воды в пойменных тростниковых болотах. Были построены дамбы, перекрывающие сток воды из старичных озёр в русло р. Дубны и в каналы, сбрасывающие воду с осушенных торфяников (рис. 1).

В этот период финансовую поддержку проекту оказал фонд Манфреда Хермсена и Международный Союз охраны природы и биоразнообразия NABU (Германия).

В 2011 г. в Московской области была реализована государственная программа обводнения торфяников на площади 74 тыс. га. В окрестностях заказника «Журавлиная

родина» было обводнено два участка (урочища «Бублик» и «Остров») общей площадью 750 га (рис. 1).

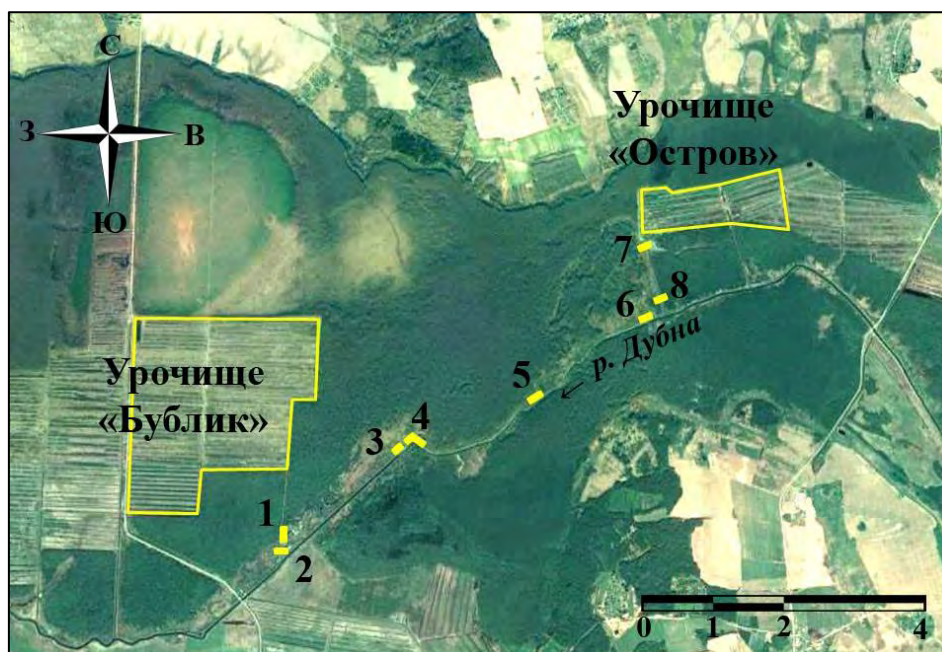


Рис. 1. Схема расположения участков обводнения и дамб в пойме р. Дубны (в качестве подложки использован космический снимок с сервиса «Google Планета Земля»). Условные обозначения: 1 – дамба между юго-западным каналом и старицей; 2 – дамба, перекрывающая сток из канала; 3, 4 – дамбы, перекрывающие сток из старицы; 5, 6 – дамбы, перекрывающие сток из Лозынинской старицы; 7, 8 – дамбы, перекрывающая сток в северо-восточном канале.

В 2020 г. в северном Подмоскowie был спроектирован государственный природный парк областного значения «Журавлиный край». Участки обводнённых торфяников вошли в его территорию и, в дальнейшем, не будут подвергаться хозяйственному освоению. В связи с этим появились две задачи: 1) ведения многолетнего мониторинга видового, экосистемного и ландшафтного разнообразия, а также пространственного размещения редких видов в обводнённой пойме; 2) составление прогноза развития пойменных экосистем и возможности долговременного сохранения их фаунистической ценности.

Водно-болотные экосистемы представляют собой сложные разнокачественные местообитания птиц, находящиеся в тесной зависимости от гидрологических и почвенных условий. Многие виды птиц чувствительны к изменениям этих условий, поэтому могут служить биологическими индикаторами, использование которых предоставляет большие возможности в определении реакций биоценозов на природные и антропогенные воздействия.

За счёт того, что фауна гнездовых птиц водно-болотных угодий экологически разнообразна, она может указать как на экологическое состояние, так и на ценность каждого угодья. Например, в условиях Московской области присутствие серого журавля (*Grus grus*) свидетельствует о ценности водно-болотных экосистем. Места гнездования этого вида отличаются постоянной увлажнённостью, мозаичностью ландшафта и высоким биоразнообразием (Гринченко, 2010; Кисилёва, 2017).

Важный критерий значимости местообитания – доля гнездящихся видов, занесённых в Красные книги РФ и Московской области. Доля таких видов наиболее велика в комплексе

верховые болота – олиготрофные озёра (66.7%) и в пойменных ландшафтах (44.4%), включающих луга, низинные болота и урёму (Флинт, Мищенко, 1990). Последний тип сочетания ландшафтов весьма характерен для поймы р. Дубны, где и проводились наши многолетние исследования.

Материалы и методы

Осушительные работы в Дубненском болотном массиве были начаты около ста лет назад (Гринченко и др., 2017, 2020). Гидромелиоративные работы, проведённые в пойме р. Дубны в 1928-1929 гг., в том числе и регулирование русла самой реки, ставили основной задачей ускорение прохождения паводков. После мелиорации длительность паводков уменьшилась примерно на месяц – они стали заканчиваться в конце апреля – начале мая, при этом многие участки поймы заливаться перестали (Пчёлкин, 2003). Дренирующее влияние русла Дубны привело к перестройке растительного покрова поймы – увеличилась площадь черноольшаников, и торфонакопление перешло от топяного к лесо-топяному типу (Свадковский, 1936).

Направленная трансформация ландшафтов Дубненской низины достигла своего пика в конце 1960-х гг. К этому времени не только была осушена большая часть болот, но и уничтожена значительная часть заболоченных лесов в долине Дубны от с. Константиново до д. Сущёво. Но именно заболоченные леса служат местом гнездования для серых журавлей.

Известно, что с 1958 по 1978 г. в центре Европейской части России уменьшение площади болот в 1.6 раза привело к 2-кратному падению численности журавлей (Маркин, Приклонский, 1995). Анализ картографического материала периодов до и после мелиорации Дубненской низины позволяет сделать выводы, что здесь численность гнездовой популяции серого журавля могла сократиться более чем в 4 раза (Гринченко, 2011).

В настоящее время серый журавль включён в число видов, требующих специальных мер по охране мест обитания в Европе (Информационно-аналитические материалы ..., 2008) и занесён в Красные книги 39 из 55 субъектов РФ, расположенных в европейской части страны.

В Московской области места обитания серого журавля охраняются в 16 ООПТ областного значения и Госкомплексе «Завидово». Общую численность гнездовой популяции оценивают в 110-150 пар (Красная книга ..., 2018). Около трети всей гнездовой популяции серого журавля сосредоточено на севере Московской области в Дубненской низине и её окрестностях (Гринченко и др., 2009). Здесь в 1979 г. был создан первый заказник «Журавлиная родина», а потом и целый комплекс ООПТ, в котором охраняются водно-болотные экосистемы. В 1980-е гг. силами студенческой Дружины по охране природы Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова были начаты целенаправленные исследования по распределению и численности территориальных пар серого журавля с применением метода пеленгования (Маркин, 1978; Зубакин и др., 1982). С 2001 г. исследования проводились ежегодно на 1-2 модельных участках («Костолыгинское болото», «Куниловское болото», «Правобережная пойма Дубны», «Левобережная пойма Дубны» и др.) и на новых территориях, где по нашим летним наблюдениям и по опросным сведениям гнездились журавли (Гринченко и др., 2009).

Среди модельных участков выделяется «Правобережная пойма Дубны» как наиболее нарушенная территория. Она подвергается дренирующему воздействию углублённого и спрямлённого русла р. Дубны, кроме того, рядом находится массив осушенных торфяников урочища «Бублик» (Гринченко и др., 2020).

Первый проект поддержания гидрологического режима осушенных торфяников, примыкающих к пойме, был разработан Галдомским охотхозяйством в 2001 г. Была создана система сезонно регулируемого подъёма уровня воды в канавах с помощью съёмных

деревянных щитов круглой формы (со стоком в верхней части), устанавливаемых на трубы бетонных переездов через канавы (рис. 2).

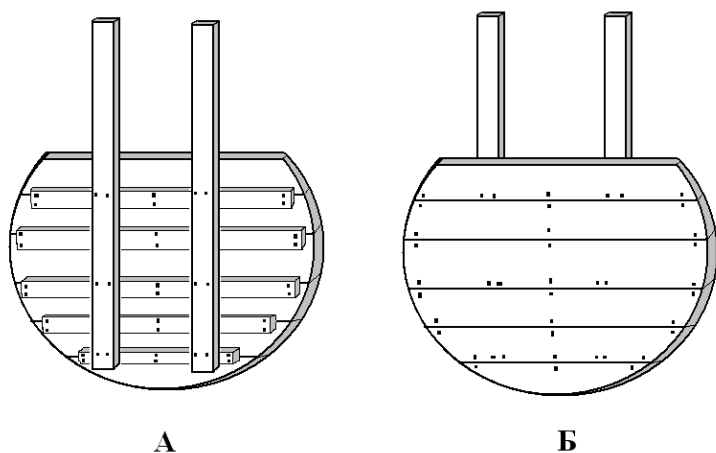


Рис. 2. Деревянные щиты для частичного перекрытия стока воды через трубы бетонных переездов на торфополях урочища «Бублик»: А – внешняя сторона, Б – внутренняя, прилегающая к краям трубы.

Щиты способствовали поднятию уровня грунтовых вод на прилегающих территориях и созданию достаточного запаса воды для противопожарных мероприятий (фото 2) в водоемах.

В 2011-2013 гг. прилегающие к пойме торфяники были обводнены по государственной программе, а в 2016 г. нами были начаты работы по удержанию воды в пойме р. Дубны. Целью нашей работы было поддержать гидрологический режим в местах гнездования серого журавля и большого подорлика (*Aquila clanga*) и обезопасить территорию от пожаров. В пойме р. Дубны на участке от моста у д. Остров до моста у д. Окаёмово были построены земляные дамбы (рис. 1). Для работ использовался бульдозер Т-130Б.



Фото 2. Деревянный щит, установленный в бетонную трубу переезда между полями, июнь 2002 г. (фото О.С. Гринченко).

Для определения эффективности реабилитации экосистем обводнённых торфяников в пойме Дубны был проведён анализ динамики распределения территориальных пар серых журавлей в 2004-2009 гг. и 2020 г. в правобережной (обводнённой) и левобережной (малонарушенной) частях поймы. Учёты проходили в апреле, когда территориальные пары активно вокализируют в предрассветных сумерках. В 2004-2009 гг. учёты в пойме Дубны проводились 1-2 раза, в 2020 г. – 4 раза.

Учётные точки были расположены вдоль русла р. Дубны и по северному и южному краям болотного массива. Не каждый год было возможно провести учёты со всех точек в пойме, так как в период паводка некоторые точки оказывались недоступны. Не всегда удавалось хорошо расслышать унисональные дуэты журавлей из-за сильного ветра или посторонних природных звуков (шум воды с бобровой плотины, голоса птиц, дробь дятлов). Резко сокращалась вокализация журавлей в дни открытия весенней охоты, так как присутствие людей в угодьях и стрельба составляют серьёзный фактор беспокойства для птиц. Таким образом, за один сезон удавалось услышать не все территориальные пары даже при повторных учётах с одних и тех же точек.

Учитывая сложность методики пеленгования и скрытность журавлиных пар из-за беспокойства в период весенней охоты, мы объединили данные учётов 2004-2009 гг. В 2020 г. весенняя охота была закрыта, птицы активно вокализировали, поэтому мы считаем, что нам удалось услышать и определить местоположение всех территориальных пар журавлей в пойме Дубны.

Не исключено, что и в 2004-2009 и в 2020 гг. некоторые пары были пролётными, тем не менее, они занимали подходящую для гнездования территорию в течении как минимум 6 дней (в 2020 г.).

Результаты и обсуждение

Последняя прочистка русла р. Дубны проходила в 1984 г. В этот же год была вырыта дополнительная канава для сброса воды с торфополей урочища «Бублик» в реку. Канаву провели близко к одной из стариц, в результате чего уровень воды в старице снизился. В 1986 г. между старицей и каналом образовалась протока, которую мы пытались перегородить ивовыми кольями. К 2001 г. канава была полностью перекрыта плотинами бобров, заросла водной растительностью и заилилась, но сток из старицы продолжался. В 2016 г. между каналом и старицей была построена дамба, перекрывающая этот сток. В 2018 г. ниже была построена дамба, удерживающая воду в канале и перенаправившая сток в юго-западную часть поймы (рис. 3).

В 2016-2018 гг. было построено ещё 6 дамб, 4 из них ограничивали сток из стариц Дубны (рис. 1, дамбы № 3-6; фото 3, дамбы № 3 и 4).

Ещё одна дамба перекрывала осушительный канал с торфополей урочища «Остров» и перенаправляла сток воды в Лозынинскую старицу (рис. 1, дамба № 7; фото 4).

Последняя дамба перегораживала этот канал ближе к реке Дубне (рис. 1; дамба № 8). Между дамбами № 7 и 8 образовался линейный водоём с высоким уровнем воды, который в настоящее время поддерживает уровень грунтовых вод в окружающих черноольховых лесах на площади не менее 60 га.

По нашим наблюдениям, в 2004-2009 гг. в правобережной пойме Дубны (между урочищами «Бублик» и «Остров»), где в дальнейшем было проведено обводнение, и на прилегающих с севера болотах в 2000-х гг. обитало 8 территориальных пар серых журавлей. В левобережной пойме Дубны в те годы было отмечено также 8 пар (рис. 4).

В 2020 г. раннеутренние учёты журавлей в пойме Дубны проводили с разных точек 8, 11, 12 и 13 апреля, при этом пары 1-7 были слышны с разных точек (рис. 4).

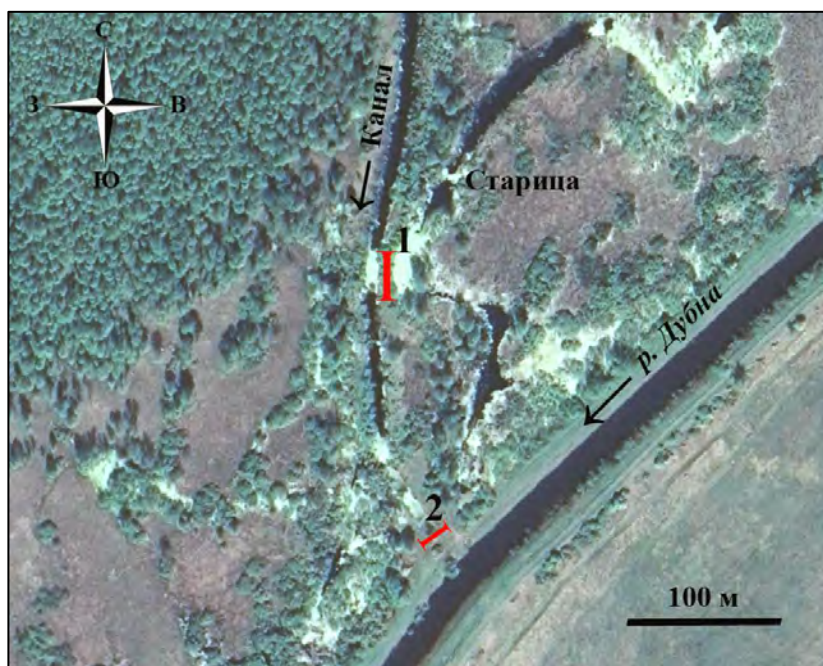


Рис. 3. Схема расположения дамб на юго-западной старице р. Дубны (в качестве подложки использован космический снимок с сервиса «Google Планета Земля»). Условные обозначения: 1 – дамба между каналом и старицей, 2 – дамба, перекрывающая сток в канаве.

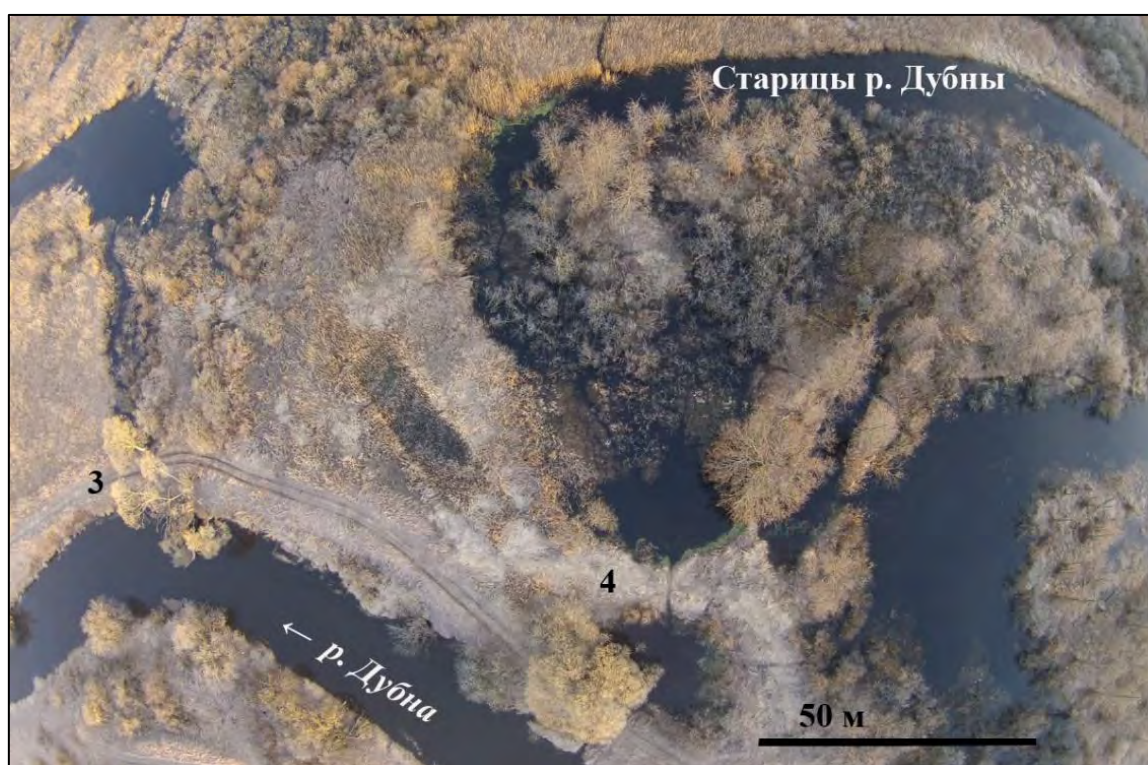


Фото 3. Дамбы № 3 и 4, перекрывающие сток из стариц в р. Дубну, 11.04.2020 (фото А.В. Макарова).

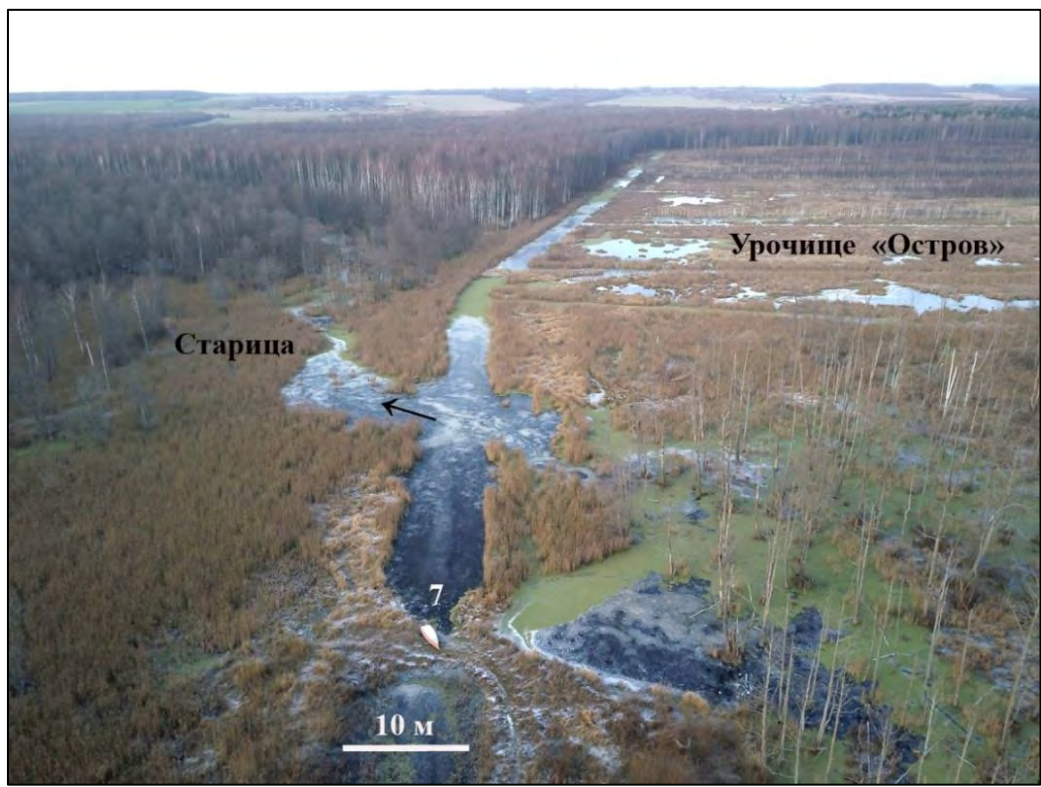


Фото 4. Дамба № 7, перенаправляющая воду в старицу, 23.11.2019 (фото С.В. Пилипенко).

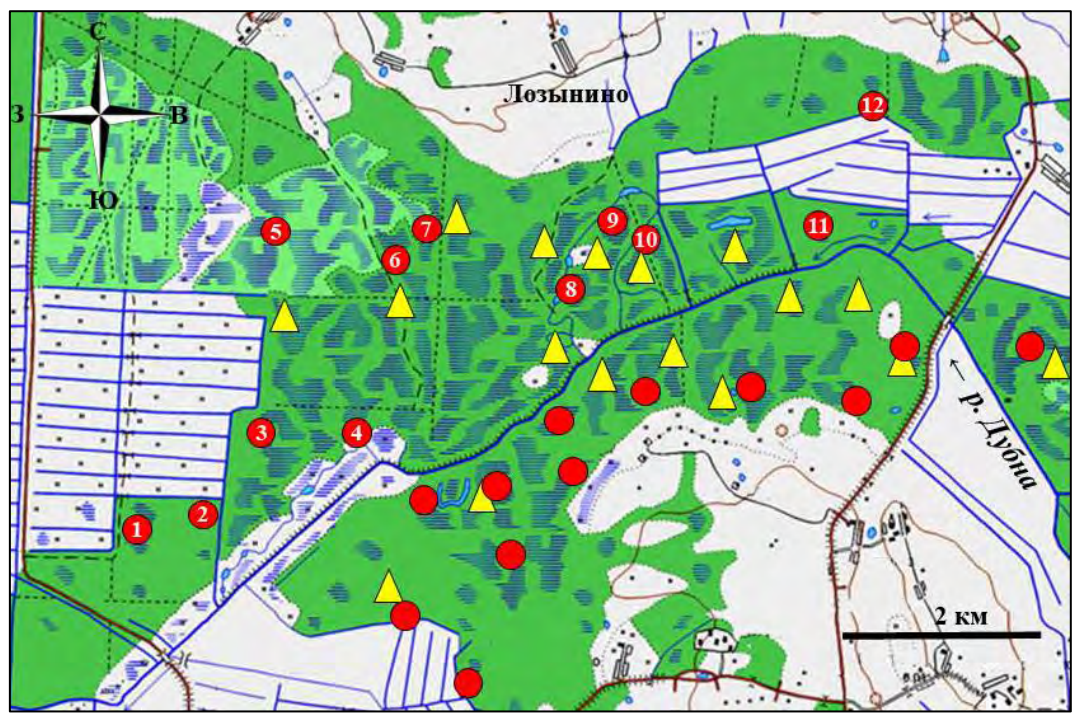


Рис. 4. Схема размещения территориальных пар серого журавля в пойме р. Дубны. Условные обозначения: круги – территориальные пары, отмеченные в 2020 г.; треугольники – места, где были отмечены пары в 2004-2009 гг.

Всего в правобережной пойме Дубны отмечено 12 территориальных пар серых журавлей и в левобережной – 11. Причиной активной вокализации журавлей мы считаем снижение фактора беспокойства в связи с закрытой весенней охотой и отсутствием людей в угодьях.

Увеличение численности гнездовой популяции серого журавля во всей пойме Дубны, отмеченное в 2020 г., мы связываем с климатическими изменениями, характерными для южно-таежной зоны Центральной России (Кузьмина, Трешкин, 2017, 2018). Они способствуют увеличению заболачиваемости долинных территорий, повышению и стабилизации уровня безнапорных грунтовых вод, повышению почвенно-грунтового увлажнения в долинах рек и на водосборных территориях (Кузьмина и др., 2011). Всё это способствует как сохранению традиционных мест гнездования серого журавля, так и появлению новых подходящих для гнездования переувлажнённых территорий.

Повышение уровня грунтовых вод увеличило площадь участков, пригодных для гнездования серых журавлей на обводнённой старице р. Дубны. В 2020 г. отмечены 4 территориальные пары, которые не наблюдались в 2000-х гг. По нашим наблюдениям, в 2019 г. обводнённая старица стала использоваться журавлями и в августе-сентябре как ночёвочная станция в период формирования осеннего миграционного скопления.

Выводы

1. Хозяйственная деятельность середины XX в. привела к необратимой трансформации всех типов водно-болотных экосистем. Наибольшему антропогенному воздействию подверглись торфяные болота и речные долины. Проблемы деградации осушенных торфяников и окружающих их зон, на которые это осушение влияет, поставили задачи обводнения и дальнейшей экологической реабилитации.

2. Одним из видов-индикаторов состояния водно-болотных экосистем является серый журавль, так как гнездование этого вида находится в тесной зависимости от гидрологических условий. В 2020 г. в пойме р. Дубны отмечено увеличение численности гнездовой популяции. Этому способствуют климатические изменения, в результате которых увеличивается заболачиваемость долинных территорий и повышается и стабилизируется уровень безнапорных грунтовых вод.

3. Появление территориальных пар серого журавля в гнездовой период и ночёвочных станций в осенний период на обводнённом участке пойменных болот, где журавли ранее не отмечались, указывает на эффективность принятых мер по удержанию воды в старичных озёрах р. Дубны путём строительства дамб.

4. Изучение динамики распределения территориальных пар серых журавлей в водно-болотных ландшафтах даёт возможность делать выводы об изменениях условий среды и прогнозировать изменения состава животного населения для решения проблемы управления водно-болотными экосистемами для сохранения их биоразнообразия.

Благодарности. Авторы благодарят своих коллег и друзей, принявших участие в весенних учётах журавлей в 2020 г.: Е.А. Ахатова, С.А. Дылюка, Д.Б. Кольцова, А.В. Макарова, В.О. Мокиевского, Н.В. Мокиевскую, А.В. Севрюгина, А.В. Щербакова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакка А.И., Каюмов А.А., Широков А.И. 2004. Модельный проект по восстановлению болот в Нижегородской области: первые итоги // Восстановление торфяных болот в России: значение для

REFERENCES

1. Bakka AI., Kayumov AA., Shirokov AI. Model project for the restoration of bogs in the Nizhny Novgorod region: the first results [*Model'nyy proyekt po vosstanovleniyu bolot v Nizhegorodskoy*

- регионов: материалы семинара / Ред. А.И. Бакка. Н.-Новгород. С. 21-25.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) [Электронный ресурс: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683 (дата обращения 15.04.2021)].
 3. Гринченко О.С. 2005а. Оценка воздействия гидромелиорации на экосистемы речных пойм гумидной зоны // Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. М.: Наука. С. 194-213.
 4. Гринченко О.С. 2005б. Экологические критерии регулирования режима обводнения переосушенных торфяников в поймах малых рек // Проблемы экологической безопасности Московской области. М. С. 137-141.
 5. Гринченко О.С. 2010. Серый журавль (*Grus grus*) – вид-индикатор состояния экосистем водно-болотного комплекса // Орнитология в северной Евразии: Материалы XIII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. Оренбург: Изд-во Оренбургского государственного университета, ИПК ГОУ ОГУ. С. 106.
 6. Гринченко О.С. 2011. Редкие виды северного Подмосковья: серый журавль (*Grus grus*) // Материалы Московского городского отделения Русского географического общества. Биогеография, серия 16. М.: РАСХН. С. 31-39.
 7. Гринченко О.С., Макаров А.В., Скородумова С.С. 2009. Серый журавль на северо-востоке Московской области // Сборник «Редкие виды птиц Нечерноземного центра»: Материалы IV совещания «Распространение и экология редких видов птиц Нечерноземного центра России», 12-13 декабря 2009 г. М.: МПГУ. С. 177-182.
 8. Гринченко О.С., Свиридова Т.В., Конторщикова В.В. 2020. Многолетняя динамика экосистем северного *oblasti: pervyye itogi*] Restoration of peat bogs in Russia: significance for the regions. Proc. of the seminar [Vosstanovleniye torfyanykh bolot v Rossii: znachenkiye dlya regionov. Materialy seminar] / ed. A.I. Bakka. Nizhny Novgorod, 2004:21-25.
 2. Russian Federation Water Code, created on 6/3/2006, No. 74-FZ (redacted on 12/8/2020) (with changes and additions that are available since 1/1/2021) [Vodnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 03.06.2006 N 74-FZ (red. ot 08.12.2020) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.01.2021)] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683 (Accessed on 4/15/2021)].
 3. Grinchenko OS. Assessment of the impact of hydromelioration on ecosystems of river floodplains in the humid zone [Otsenka vozdeystviya gidromelioratsii na ekosistemy rechnogo gumidnoy zony] Assessment of the impact of changes in the regime of land waters on terrestrial ecosystems [Otsenka vozdeystviya rezhima vod sushy na nazemnyye ekosistemy]. Moscow: Nauka, 2005a:194-213.
 4. Grinchenko OS. Ecological criteria for regulating the regime of watering overdried peatlands in the floodplains of small rivers [Ekologicheskiye normy regulirovaniya rezhima obvodneniya pereosushennykh torfyanikov v poymakh malykh rekordov] Problems of ecological safety of the Moscow region [Problemy ekologicheskoy bezopasnosti Moskovskoy oblasti]. Moscow, 2005b:137-141.
 5. Grinchenko OS. Common crane (*Grus grus*) – an indicator-species of the state of ecosystems of the wetlands complex [Seryy zhuravl' (*Grus grus*) – vid-indikator sostoyaniya ekosistem vodno-bolotnogo kompleksa] Ornithology in northern Eurasia [Ornitologiya v severnoy Yevrazii] Proc. of the XIII International Ornithological Conference of Northern Eurasia [Materialy XIII Mezhdunarodnoy ornitologicheskoy konferentsii Severnoy Yevrazii]. Orenburg: Publishing House of the Orenburg State University, IPK GOU OSU, 2010:106.
 6. Grinchenko OS. Rare species of the

- Подмосковья (обоснование создания природного парка «Журавлиный край») // Экосистемы: экология и динамика. Т. 4. № 1. С. 104-137.
9. Гринченко О.С., Щербаков А.В., Любезнова Н.В., Кольцов Д.Б. 2017. Эффективность реабилитации экосистем обводненных торфяников на основе анализа динамики растительности и авифауны (Талдомский район Московской области) // Экосистемы: экология и динамика. Т. 1. № 4. С. 23-39.
 10. Задеренко О.И. 2004. Результаты разработки проектных предложений о восстановлении торфяных болот в НП «Мещёра» // Восстановление торфяных болот в России: значение для регионов: материалы семинара / Ред. А.И. Бакка. Н.-Новгород. С. 28-35.
 11. Зубакин В.А., Волошина О.Н., Олексенко А.И., Панчешникова Е.Е. 1982. Серый журавль в Московской области и проблемы его охраны // Журавли в СССР. Л. С. 75-83.
 12. Информационно-аналитические материалы по состоянию охраны растений, животных и их местообитаний в странах западной Европы и России (на примере Бернской Конвенции, Директивы по охране птиц и Директивы по охране природных местообитаний и дикой фауны и флоры). 2008. М. 100 с.
 13. Каменнова И.Е., Минаева Т.Ю. 2018. Проект «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата»: опыт реализации и перспективы // Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России: материалы Международной научно-практической конференции, 17-19 сентября 2018 г., Тверь / Ред. О.С. Мисников, В.В. Панов. Тверь: Триада. С. 59-64
 14. Кисилёва Н.Ю. 2017. Оценка достаточности территорий особой природоохранной значимости Изумрудной сети в европейской России для серого журавля (*Grus grus* L.) // northern Moscow region: common crane (*Grus grus*) [Redkiye vidy severnogo Podmoskov'ya: seryy zhuravl' (*Grus grus*)] Materials of the Moscow Branch of the Russian Geographical Society [Materialy Moskovskogo gorodskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva. Biogeografiya, seriya 16]. Biogeography. Series No. 16. Moscow: RAAS, 2011:31-39.
 7. Grinchenko OS., Makarov AV., Skorodumova SS. Common crane in the north-east of the Moscow region [Seryy zhuravl' na severo-vostoke Moskovskoy oblasti] Collection "Rare species of birds of the Non-Black Earth Center" [Sbornik "Redkiye vidy ptits Nechernozemnogo tsentra"] Proc. of the IV meeting "Distribution and ecology of rare bird species in the Non-Black Earth Center of Russia", the 12-13th of December, 2009, Moscow [Materialy IV soglasheniya «Rasprostraneniye i ekologiya redkikh vidov ptits Nechernozemnogo tsentra Rossii»]. Moscow: MPGU, 2009:177-182.
 8. Grinchenko OS., Sviridova TV., Kontorshchikov VV. Long-term dynamics of ecosystems in the northern Moscow region (substantiation of the creation of the natural park "Crane Country") [Mnogoletnyaya dinamika ekosistem severnogo Podmoskov'ya (obosnovaniye sozdaniya prirodnogo parka "Zhuravlinyy kraj")]. *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. 2020;(4) 1:104-137.
 9. Grinchenko OS., Shcherbakov AV., Lyubeznova NV., Koltsov DB. Efficiency of rehabilitation of ecosystems of watered peat bogs based on the analysis of the dynamics of vegetation and avifauna (Taldom district of the Moscow region) [Effektivnost' reabilitatsii ekosistem obvodnennykh torfyanikov na osnove analiza dinamiki rastitel'nosti i avifauny (Taldomskiy rayon Moskovskoy oblasti)]. *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. 2017;(1) 4:23-39.
 10. Zaderenko OI. Results of the development of project proposals for the restoration of peat bogs in the nature park "Meshchyora" [Rezultaty razrabotki proyektnykh

- Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». № 2. С. 131-145.
15. Красная книга Московской области (издание третье, дополненное и переработанное). 2018 / Ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.Б. Никитский, А.В. Свиридов. М.о.: ПФ «Верховье». 810 с.
 16. Кузьмина Ж.В., Каримова Т.Ю., Трёшкин С.Е., Феодоритов В.М. 2011. Влияние климатических изменений и зарегулирование речного стока на динамику растительности долин рек // Использование и охрана природных ресурсов в России. № 2. С. 37-45.
 17. Кузьмина Ж.В., Трёшкин С.Е. 2010. Антропогенное изменение пойменных экосистем и их охрана // Использование и охрана природных ресурсов в России. № 5 (113). С. 58-64.
 18. Кузьмина Ж.В., Трёшкин С.Е. 2017. Многолетние изменения основных метеорологических характеристик в зоне южной тайги европейской части России (бассейн Верхней Волги) // Использование и охрана природных ресурсов в России. № 3 (151). С. 56-65.
 19. Кузьмина Ж.В., Трёшкин С.Е. 2018. Многолетние изменения влажностно-температурного режима в зоне южной тайги европейской части России (бассейн верхней Волги) // Использование и охрана природных ресурсов в России. № 2 (154). С. 55-63.
 20. Маркин Ю.М. 1978. Опыт учёта численности серого журавля методом пеленгования // Труды Окского Государственного заповедника. Вып. XIV. С. 374-378.
 21. Минаева Т.Ю., Сурин А.А. 2011. Биологическое разнообразие болот и изменение климата // Успехи современной биологии. Т. 131. № 4. С. 393-406.
 22. Приклонский С.Г., Маркин Ю.М. 1982. Изменение численности серого журавля в центре Европейской части РСФСР за двадцать лет // Журавли в СССР. Ленинград. С. 84-88.
 - predlozheniy o vosstanovlenii torfyanykh bolot v NP "Meshchora"] Restoring peat bogs in Russia: significance for the regions: Proc. of the seminar [Vosstanovleniye torfyanykh bolot v Rossii: znachenkiye dlya regionov. Materialy seminar] / ed. A.I. Bakka. Nizhny Novgorod, 2004:28-35.*
 11. Zubakin VA., Voloshina ON., Oleksenko AI., Pancheshnikova YeYe. Common crane in the Moscow region and problems of its protection [Seryy zhuravl' v Moskovskoy oblasti i problemy yego okhrany] *Cranes in USSR*. Leningrad, 1982:75-83.
 12. Information and analytical materials on the state of protection of plants, animals and their habitats in Western Europe and Russia (on the example of the Berne Convention, the Directive on the protection of birds and the Directive on the protection of natural habitats and wild fauna and flora) [Informatsionno-analiticheskiye materialy po sostoyaniyu okhrany rasteniy, zhivotnykh i ikh mestoobitaniy v stranakh zapadnoy Yevropy i Rossii (na primere Bernskoy konventsii, Direktivy po okhrane ptits i Direktivy po okhrane prirodnykh resursov mestoobit i dikoy fauny i flory)]. Moscow, 2008:100.
 13. Kamennova IYe., Minayeva TYu. The project "Restoring peat bogs in Russia in order to prevent fires and mitigate climate change": implementation experience and prospects [Proyekt «Vosstanovleniye torfyanykh bolot v Rossii v tselyakh predotvrashcheniya pozharov i smyagcheniya izmeneniy klimata»: opyt realizatsii i perspektivy] *Problems and prospects for sustainable development of peat business in Russia [Problemy i perspektivy ustoychivogo razvitiya torfyanogo dela v Rossii] Proc. of the International Scientific and Practical Conference, the 17-19th of September, 2018, Tver [Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii] / eds. O.S. Misnikov, V.V. Panov. Tver: Triada, 2018:59-64*
 14. Kisilova NYu. Assessment of the sufficiency of territories of special nature conservation significance of the Emerald Network in European Russia for the common crane

23. Пчёлкин В.В. 2003. Обоснование мелиоративного режима осушенных пойменных земель. М.: Колос. 254 с.
24. Свадковский Э.Г. 1936. Регулирование реки Дубны. М. 251 с.
25. Сирин А.А., Медведева М.А., Макаров Д.А., Маслов А.А., Юстен Х. 2020. Мониторинг растительного покрова вторично обводненных торфяников Московской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия «Науки о Земле». Т. 65. Вып. 2. С. 314-336.
26. Сирин А.А., Минаева Т.Ю., Возбранная А.Е., Барталев С.А. 2011. Как избежать торфяных пожаров? // Наука в России. № 2. С. 13-21.
27. Флинт В.Е., Мищенко А.Л. 1990. Анализ местообитаний редких и исчезающих видов птиц в центре европейской части СССР // Редкие виды птиц центра Нечерноземья: Материалы совещания: «Современное состояние популяций редких гнездящихся птиц Нечерноземного центра СССР», 27-28 ноября 1989 г., Пушкино. М. С. 5-10.
- (*Grus gruc L.*) [Otsenka dostatochnosti territoriy osoboy prirodookhrannoy znachimosti Izumrudnoy seti v yeropeyskoy Rossii dlya serogo zhuravlya (*Grus gruc L.*)] *Herald of TvGU. Series: Biology and Ecology [Vestnik TvGU. Seriya «Biologiya i ekologiya»]*. 2017;2:131-145.
15. The Red List of the Moscow Region (3^d edition, supplemented and revised) [*Krasnaya kniga Moskovskoy oblasti (izdaniye tret'ye, dopolnennoye i pererabotannoye)*] / eds. T.I. Varlygina, V.A. Zubakin, N.B. Nikitsky, A.V. Sviridov. Moscow Region: PF "Verkhovye", 2018:810.
16. Kuzmina ZhV., Karimova TYu., Treshkin SE., Feodoritov VM. Influence of climatic changes and regulation of river flow on the dynamics of vegetation of river valleys [Vliyaniye klimaticheskikh izmeneniy i zaregulirovaniye rechnogo stoka na dinamiku rastitel'nosti dolin rek] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii]*. 2011;2:37-45.
17. Kuzmina ZhV., Treshkin SE. Anthropogenic changes in floodplain ecosystems and their protection [Antropogennoye izmeneniye poymennykh ekosistem i ikh okhrana] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii]*. 2010; 5(113):58-64.
18. Kuzmina ZhV., Treshkin SE. Long-term changes in the main meteorological characteristics in the southern taiga zone of the European part of Russia (the Upper Volga basin) [Mnogoletniye izmeneniya osnovnykh meteorologicheskikh kharakteristik v zone yuzhnoy taygi yevropeyskoy chasti Rossii (basseyn Verkhney Volgi)] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii]*. 2017; 3 (151):56-65.
19. Kuzmina ZhV., Treshkin SE. Long-term changes in the humidity and temperature regime in the southern taiga zone of the European part of Russia (the upper Volga

- basin) [Mnogoletniye izmeneniya vlazhnostno-temperaturnogo rezhima v zone yuzhnoy taygi yevropeyskoy chasti Rossii (basseyn verkhney Volgi)] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii]*. 2018; 2 (154):55-63.
20. Markin YuM. The experience of counting the number of the common crane using the direction finding method [Opyt uchota chislennosti serogo zhuravlya metodom pelengovaniya] *Proceedings of the Oka State Reserve [Trudy Okskogo Gosudarstvennogo zapovednika]*. 1978;XIV:374-378.
 21. Minayeva TYu., Sirin AA. Biodiversity of bogs and climate change [Biologicheskoye raznoobraziye bolot i izmeneniye klimata] *Advances in Modern Biology [Uspekhi sovremennoy biologii]*. 2011;(131) 4:393-406.
 22. Priklonskiy SG., Markin YuM. Changes in the number of the common crane in the center of the European part of the RSFSR for twenty years [Izmeneniye chislennosti serogo zhuravlya v tsentre Yevropeyskoy chasti RSFSR za dvadtsat' let] *Cranes in the USSR [Zhuravli v SSSR]*. Leningrad, 1982:84-88.
 23. Pcholkin VV. Substantiation of the reclamation regime of drained floodplain lands [Obosnovaniye meliorativnogo rezhima osushennykh poymennykh zemel']. Moscow: Kolos, 2003:254.
 24. Svadkovskiy EG. Regulation of the Dubna River [Regulirovaniye reki Dubny]. Moscow, 1936:251.
 25. Sirin AA., Medvedeva MA., Makarov DA., Maslov AA., Yusten KH. Monitoring of the vegetation cover of the re-watered peatlands of the Moscow region [Monitoring rastitel'nogo pokrova vtorichno obvodnennykh torfyanikov Moskovskoy oblasti] *Herald of Saint Petersburg University. Series: Earth Sciences [Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle]*. 2020;(65) 2:314-336.
 26. Sirin AA., Minayeva TYu., Vozbrannaya AYe., Bartalev SA. How to Avoid Peat Fires? [Kak izbezhat' torfyanikh pozharov?] *Science in Russia [Nauka v Rossii]*. 2011;2:13-21.

27. Flint VYe., Mishchenko AL. Analysis of habitats of rare and endangered bird species in the center of the European part of the USSR [Analiz mestoobitaniy redkikh i ischezayushchikh vidov ptits v tsentre yevropeyskoy chasti SSSR] *Rare species of birds of the center of the Non-Black Earth Region [Redkiye vidy ptits tsentra Nechernozem'ya]* Proc. of the Meeting "The current state of populations of rare nesting birds of the Non-Black Earth Center of the USSR", Pushchino, the 27-28th of November, 1989 [Soveshchaniye: "Sovremennoye sostoyaniye populyatsiy redkikh gnezdyashchikhsya ptits Nechernozemnogo tsentra SSSR"]. Moscow, 1990:5-10.

**EFFICIENCY OF ECOSYSTEMS REHABILITATION IN THE FLOODED PEAT BOGS
IN THE DUBNA FLOODPLAIN, ACCORDING TO THE ANALYSIS OF THE DYNAMICS
OF THE NESTING POPULATION OF THE COMMON CRANE
(TALDOM URBAN DISTRICT, MOSCOW REGION)¹**

© 2021. O.S. Grinchenko*, A.V. Dulin**, C. Zöckler***,
T. Tennhardt****, N.V. Mokiyevskiy*****

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

***Branch of the Interregional Public Organization for Sports “Moscow Society of Hunters and
Fishermen”, “Taldomsky Hunting Entity”
Russia, 141900, Moscow Region, Taldom, Sovetskaya Str. 23*

****Manfred-Hermesen-Stiftung for Nature Conservation and Environmental Protection
Germany, D-28209, Bremen, Goebenstraße 1*

***** NABU – Naturschutzbund Deutschland
Germany, 10117, Berlin, Charitéstraße 3*

******M.V. Lomonosov Moscow State University
Russia, 119991, Moscow, Leninskiye Gory 1, Bld. 12*

Received May 01, 2021. After revision May 15, 2021. Accepted June 01, 2021.

Most of the bogs and bogged lands of the Moscow Region have been fully transformed with agricultural activities that reached their highest point the 1920-1980s. It heavily impacted the river valleys, where the river beds were regulated to ensure an effective discharge of the excess water from the drainage systems. Due to the problems of ecosystems degradation in the drained peat bogs and the adjacent territories that are affected by this drainage, the flooding and further ecological rehabilitation shall be performed in this territory. This task is important for fire control in the reeds and peat bogs and for the preservation of biodiversity in the specially protected nature territories and the surrounding drained peat bogs that are subjects to these fires.

Our studies were carried out in the Taldom Urban District of the Moscow Region in 2001-2020 in the Dubna bog massif. During this period the projects to keep water in the disturbed areas of the Dubna floodplain were implemented there. The projects were financed by the Manfred Hermesen Foundation (Germany).

The common crane is one of the indicator species of the state of wetland ecosystems, because it nests depending on the hydrological conditions. During 2020 in the Dubna floodplain we registered an increase in the number of its breeding population due to the climate changes that cause an increased bogging in the valley territories and the growth and stabilization of the free-flow groundwater level.

The occurrences of territorial pairs of the common crane during their nesting period and roosting stations during autumn period in the flooded area of the floodplain bogs, where these birds have not been registered before, indicates that building of the dams to keep water in the oxbow lakes of the Dubna River was an effective measure.

By studying the distribution dynamics of the common crane's territorial pairs throughout the wetland landscapes, we can make conclusions about environmental changes and predict changes in the species composition of animal population to solve management problems of wetland ecosystems for

¹ The study was carried out according to the Research Project of the Water Problems Institute of the Russian Academy of Sciences for 2018-2021 “Modeling and Forecasting of the Restoration Processes of the Waters and Ecosystems Quality Under Various Scenarios of Climate Change and Anthropogenic Activities” No. 0147-2018-0002), state registration No. AAAA-A18-118022090104-8.

preservation of their biodiversity.

Keywords: peat bogs flooding, common crane, floodplain ecosystems, Dubna River, “Crane Land” Nature Reserve, biodiversity indicator species.

DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10086

The Moscow Region is a subject of Russian Federation with a significant impact on the nature, especially on the bogs. The bogs are unique nature landscapes that have been developing in a uniform way for millenniums. The coevolution of bog communities has produced a highly specific species composition of plants, animals and fungus, some of which can be found only in the bogs. The bogged territories are ecologically close to the bogs and are difficult to study separately from them.

The agricultural activities cause permanent transformations in all types of wetland ecosystems. The river valleys are affected the most, experiencing the pressure of almost the entire agricultural complex (Grinchenko, 2005a; Kuzmina, Treshkin, 2010). The anthropogenic impact affects other types of wetland landscapes as well, such as lakes and lakeside lowlands, overgrowing and waterlogged meadows, riverside bogged shrubs and bogged forest areas in the fields. When these biotopes disappear, it reduces the habitats range for a number of animal species (Nikolaev, 2000). Many of the slightly disturbed wetland habitats are declared the specially protected nature territories. Under the modern conditions they are highly important for preservation of biological diversity, especially in such developed and populated regions as the Moscow Region (Grinchenko, 2005b).

In the Moscow Region a thorough development of bogs and bogged territories took place during 1920s-1980s, when due to the peat digging, road construction, agricultural development of new areas and improvement of forest productivity in the bogs (Photo 1) led to most of the large peat bogs to be completely drained.



Photo 1. Drainage channel in the Dubna bog massif, May, 1980 (photo by V.A. Zubakin).

Some decades later the agricultural activities stopped in the exhausted or partially exhausted peat bogs, but the reclamation in most of those territories was not carried out. Before this the

ineffectively drained lands had been abandoned, due to the difficulties and unprofitability of agriculture or forestry. Drainage of peat bogs affected the wetlands around them as well. The river valleys were heavily impacted due to the regulation of the river beds to ensure an effective discharge of the excess water from the drainage systems

In 2002 and 2010 many of these territories were the major targets for grass and peat fires. To reduce the fire hazard of such lands the flooding and artificial bogging is necessary (Russian Federation Water Code, 2006).

Western Europe has been using various methods of peat bogs flooding been for many years. This study aims to restore bog vegetation that helps to accumulate peat and to maintain the hydrological regime. In the flooded peat bogs the main functions of bog ecosystems start to restore, the danger of peat fires decreases, and the territory stability against the climate changes increases (Minaeva, Sirin, 2011).

In Russia the first irrigation projects for the disturbed and fire hazardous peat bogs were implemented in the specially protected natural areas and around them, where peat fires could seriously damage the natural bogs and the habitats of rare plant and animal species. The main task was to reduce the area and frequency of such fires. The works were carried out in the “Meshchyora” National Park (Zaderenko, 2004; Sirin et al., 2011), in the territory of a wetland area “Kama-Bakaldinskaya Group of Bogs” of international importance (Bakka et al., 2004), in the north of the Moscow Region, near the “Crane Land” State Nature Reserve (Grinchenko, 2005a, b, 2006, 2007; Grinchenko et al., 2017; Kamennova, Minaeva, 2018).

In the “Crane Land” reserve the first severe peat fire occurred in June 2000, on the site of peat digging, near the bogs of the reserve, where a bunch of excavated roots caught fire. About 4 hectares of sphagnum bogs of the reserve were destroyed by the creeping fire.

In the following years the arsons that caused dry grass to burn along the roads and on the unmown meadows in the drained peat sites became regular. Due to the lack of water for extinguishing, the decision was made to cut off the drainage ditches in the peat bog and create reservoirs for water intake.

In 2001 the first project was implemented to keep water in the drainage system of the “Bublik” area (Dubna bog massif, “Severnoye” peat deposit), financed by the Manfred Hermsen Foundation (Germany).

A few years later the arsons started in the reeds in the Dubna floodplain as well. The following decision was to retain water in the floodplain reed bogs, so the dams were built to block the flow from the oxbow lakes into the Dubna River bed and the channels, used for water discharge from the drained peat bogs (Fig. 1). The project was supported by the Manfred Hermsen Foundation and NABU – Naturschutzbund Deutschland (Germany).

In 2011 a state program for flooding of the peat bogs was implemented in the Moscow region, on the area of 74 thousand ha. Around the “Crane Land” Nature Reserve the two sites (“Bublik” and “Ostrov”) of 750 hectares in total were flooded (Fig. 1).

In 2020 the state nature park “Crane Country” of regional significance was projected in the north of the Moscow Region. Its territory included the parts with flooded peat bogs, which will not be subjects to agricultural development in the future. Therefore, we have two new tasks to attend to. The first one is long-term monitoring of species, ecosystem and landscape diversity, as well as the spatial distribution of rare species in the flooded floodplain. The second is forecasting the development of floodplain ecosystems and possibility of a permanent preservation of their valuable fauna.

The wetland ecosystems are complex and varied bird habitats in a close dependence on the hydrological and soil conditions. Many species are sensitive to any changes in these conditions; therefore, they can act as biological indicators to help us better determine the way the biocenoses react to the natural and anthropogenic impacts.

Due to the fact that the nesting birds of wetlands are ecologically diverse, it can indicate both

the ecological state of each area and its value. For example, in the Moscow Region the presence of the common cranes (*Grus grus*) proves the value of the local wetland ecosystems. The constant moisture content, mosaic landscape and high biodiversity are common for their nesting sites (Grinchenko, 2010; Kisileva, 2017).

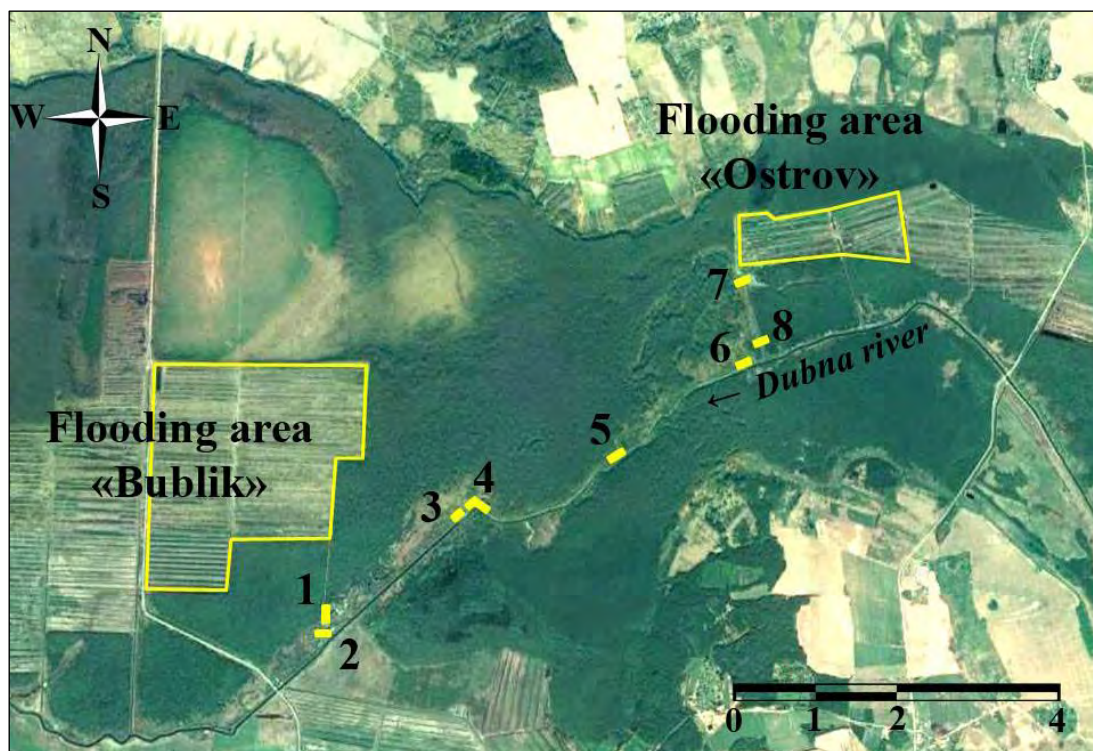


Fig. 1. Scheme of flooding areas and dams locations in the Dubna floodplain (the Google.Earth image is used as a background). *Legend:* 1 – the dam between the southwestern channel and the oxbow; 2 – the dam that blocks the flow from the channel; 3, 4 – the dams that block the flow from the oxbow; 5, 6 – the dams that block the flow from Lozynino oxbow; 7, 8 – the dams that block the northeastern channel flow.

An important criterion that marks the significance of a habitat is the proportion of nesting species from the Red List of the Russian Federation and the Moscow Region. The largest proportion of such species was registered in a complex of “high bogs and oligotrophic lakes” – 66.7%, and in the floodplain landscapes – 44.4% (including meadows, lowland bogs, bottom-land forests) (Flint, Mishchenko, 1990). The latter type of landscape is very common in the Dubna floodplain, where we have been carrying out our long-term researches.

Materials and Methods

The drainage activities in the Dubna bog massif have started about 100 years ago (Grinchenko et al., 2017, 2020). The main task of the hydrotechnical amelioration, including the regulation of the river bed, that took place in the Dubna floodplain in 1928-1929, was to accelerate the passage of high water. After that the periods of high water decreased by about a month, and they started to come to their end in late April – early May, while many parts of the floodplain were not flooded at all (Pchelkin, 2003). The drainage effect of the Dubna river bed restructured the floodplain vegetation cover, the area of black alder forests increased, and the swampy peat accumulation

turned into the forest-swampy (Svadkovsky, 1936).

The directed transformation of the Dubna lowland landscapes reached its peak in the late 1960s. By that time most of the bogs were drained and a significant part of the bogged forests in the Dubna valley was destroyed, from Konstantinovo village to Sushchyovo village. However, the bogged forests are a nesting place for the common cranes.

It is known that from 1958 to 1978 a decrease of the bogs area by 1.6 times in the center of European Russia caused a twofold decline in the cranes number (Markin, Priklonsky, 1995). An analysis of the cartographic data for the periods before and after the amelioration of the Dubna lowland allows us to conclude that the number of the common crane's breeding population could have decreased there by more than 4 times (Grinchenko, 2011).

Today the common crane is on the list of species that require special protection measures for their habitats in Europe (Informative and Analytical Materials ..., 2008), and on the Red Lists of 39 out of 55 subjects of the Russian Federation that are located in the European part of the country.

In the Moscow Region the habitats of the common cranes are preserved in the 16 specially protected natural areas of regional significance and in the "Zavidovo" State Complex. Their breeding population is considered to consist of 110-150 pairs in total (The Red List ..., 2018). About a 1/3 of it is concentrated in the north of the Moscow Region, in the Dubna lowland and its surroundings (Grinchenko et al., 2009), where the first nature reserve "Crane Land" was created in 1979, and then a whole complex of specially protected natural areas, in which the wetland ecosystems are preserved to date. In the 1980s the Nature Protection Squad (Druzhina) of the Biological Faculty of M.V. Lomonosov Moscow State University began its purposeful studies on the distribution and abundance of territorial pairs of the common cranes, using the direction-finding method (Markin, 1978; Zubakin et al., 1982). Since 2001 these studies have been carried out every year on 1-2 model sites (Kostolyginskoe Bog, Kunilovskoe Bog, Right Bank of the Dubna Floodplain, Left Bank of the Dubna Floodplain, etc.), as well as on the new territories, where, according to our summer observations and some survey data, the cranes have been nesting (Grinchenko et al., 2009).

Among the model sites the "Right Bank of the Dubna Floodplain" stands out as the most disturbed area. It is exposed to the draining effect of the deepened and straightened river bed of the Dubna; besides, a massif of drained peat bogs of the "Bublik" are is located nearby (Grinchenko et al., 2020).

The first project to maintain the hydrological regime of the drained peat bogs around the floodplain was developed by the Taldomsky Hunting Entity in 2001. With the usage of the removable round wooden shields (with a drain in their upper parts) that were installed in the concrete pipes through the crossings over the ditches (Fig. 2), a system was created to seasonally control the water level rise in the ditches.

The shields helped to raise the groundwater level and create water storage for the further usage against wild fires (Photo 2).

In 2011-2013 the peat bogs around the floodplain were flooded as part of the State Program; in 2016 we started a process of water retention in the Dubna floodplain. The aim of that work was to support the hydrological regime in the areas where the common crane and *Aquila clanga* were nesting, and protect the territory from the fires. Between the bridge near Ostrov village and the bridge near Okayomovo village the earth fill dams were built with a usage of a T-130B Bulldozer (Fig. 1).

To determine the efficiency of the ecosystems rehabilitation in the flooded peat bogs of the Dubna floodplain, in 2004-2009 and 2020 we carried out an analysis of the distribution dynamics for the territorial pairs of the common cranes on the right (flooded) bank of the floodplain and the left (slightly disturbed) one. The censuses took place in April, when the pairs were vocalizing actively on the dawn. We performed 1-2 censuses in 2004-2009, and 4 in 2020.

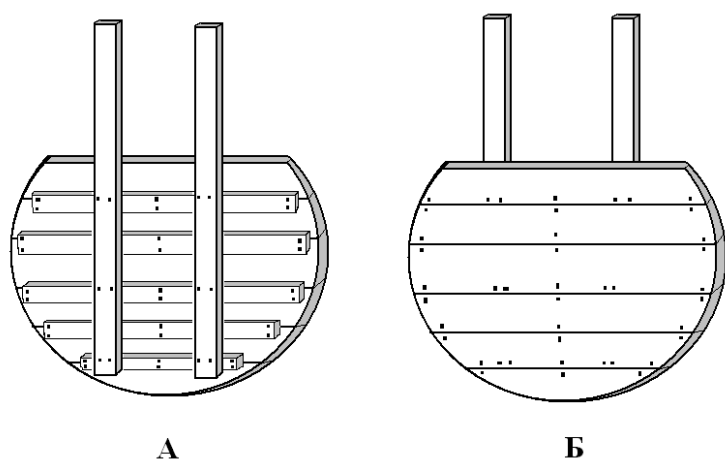


Fig. 2. Wooden shields for a partial cutting of water flow in the concrete pipes of the peat fields crossings in “Bublik” area: A – outer side, Б – inner side that adjoins the tube edges.

The sites for our censuses were located along the Dubna River bed and the northern and southern boundaries of the bog massif. Some of those sites were not available yearly due to the period of high water. Sometimes the strong wind or interfering natural sounds (such as water from the beaver dam, bird voices, woodpeckers) made it impossible to hear the cranes’ duets. On the days when the season of spring hunt begun, their vocalization reduced sharply due to the shooting and presence of people being the serious disturbing factors for birds. Therefore, we were not able to hear all territorial pairs during one season, even when carrying out extra censuses on the same sites.



Photo 2. A wooden shield in a concrete pipe under the crossing between the fields, June 2002 (photo by O.S. Grinchenko).

Considering the difficulty of direction-finding method and the birds' secrecy due to disturbance caused by spring hunt, we combined the data for the period from 2004 to 2009. The season of spring hunting did not take place in 2020, which allowed the birds to be actively vocalizing, and made us believe that we finally had heard and determined the locations of all territorial pairs of the common cranes in the Dubna floodplain.

We assume that some pairs in 2004-2009 and 2020 were migratory. However, they occupied an area suitable for their nesting for at least 6 days in 2020.

Results and Discussion

The last cleaning of the Dubna river bed took place in 1984. It was the same year when an additional ditch was dug for water discharge from the peat fields of the "Bublik" area and into the river. The ditch was created close to one of the oxbows, which resulted in the drop of the oxbow water level. In 1986 a duct had formed between the oxbow and the channel, which we tried to block with poles made of willow. By 2001 the ditch was entirely blocked by beaver dams, overgrown with aquatic vegetation and silted up, but the flow from the oxbow did not stop. In 2016 a dam to block that flow was built between the channel and the oxbow. In 2018 another dam was built below to keep the water in the channel and rerouting its flow into the southwestern part of the floodplain (Fig. 3).

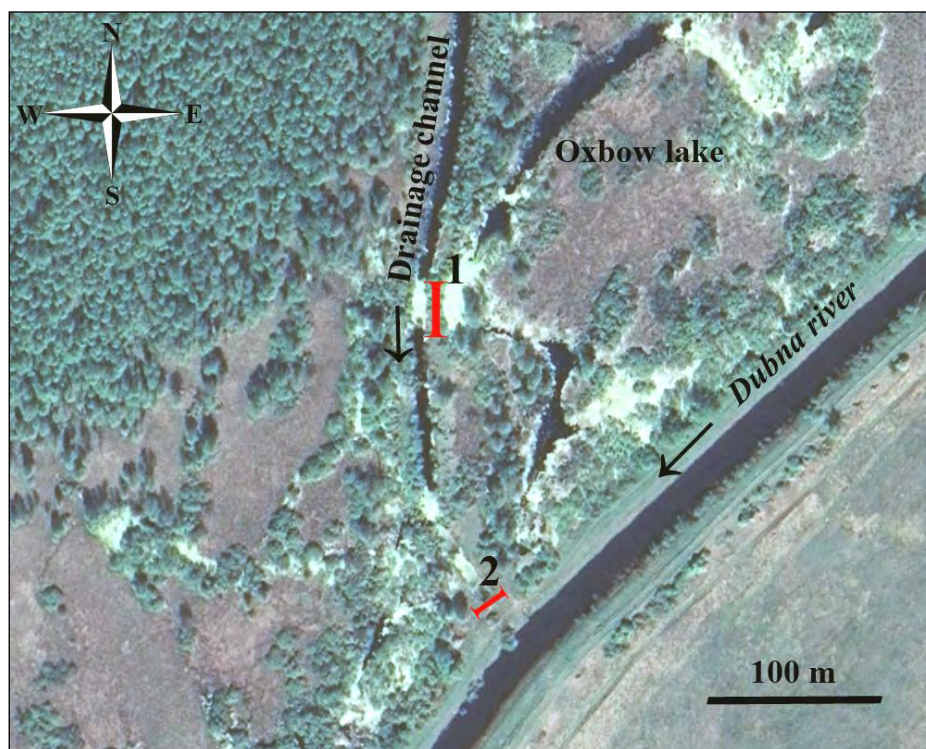


Fig. 3. Scheme of dams locations in the southwest of the Dubna oxbow (the Google.Earth image is used as a background). *Legend:* 1 – a dam between the channel and oxbow, 2 – a dam that blocks the ditch flow.

Six more dams were constructed in 2016-2018; four of them were restricting the flow from the Dubna oxbows (Fig. 1, dams No. 3-6; Photo 3, dams No. 3 and 4).

One more dam was blocking the drainage channel from the peat field of the "Ostrov" area and rerouting the flow into the Lozynino oxbow (fig. 1, dam No. 7; photo 4).

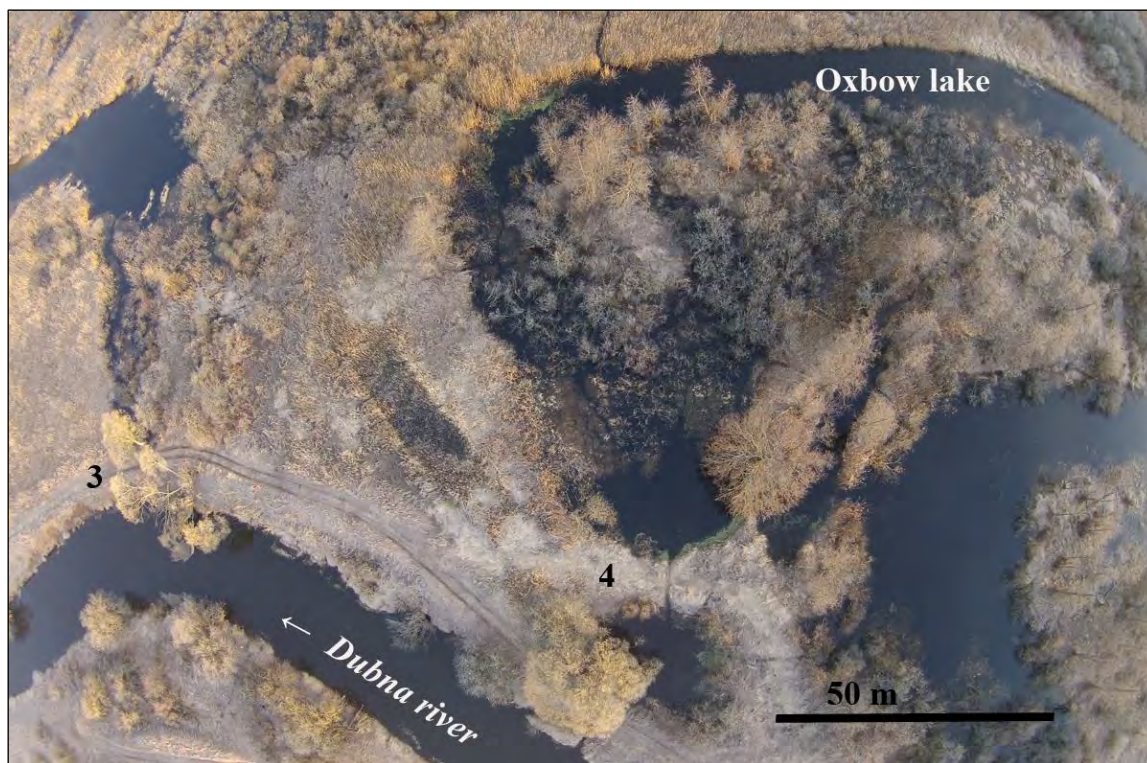


Photo 3. Dams No. 3 and 4 that cut off the water flow from the oxbows into the Dubna River, 4/11/2020 (photo by A.V. Makarov).

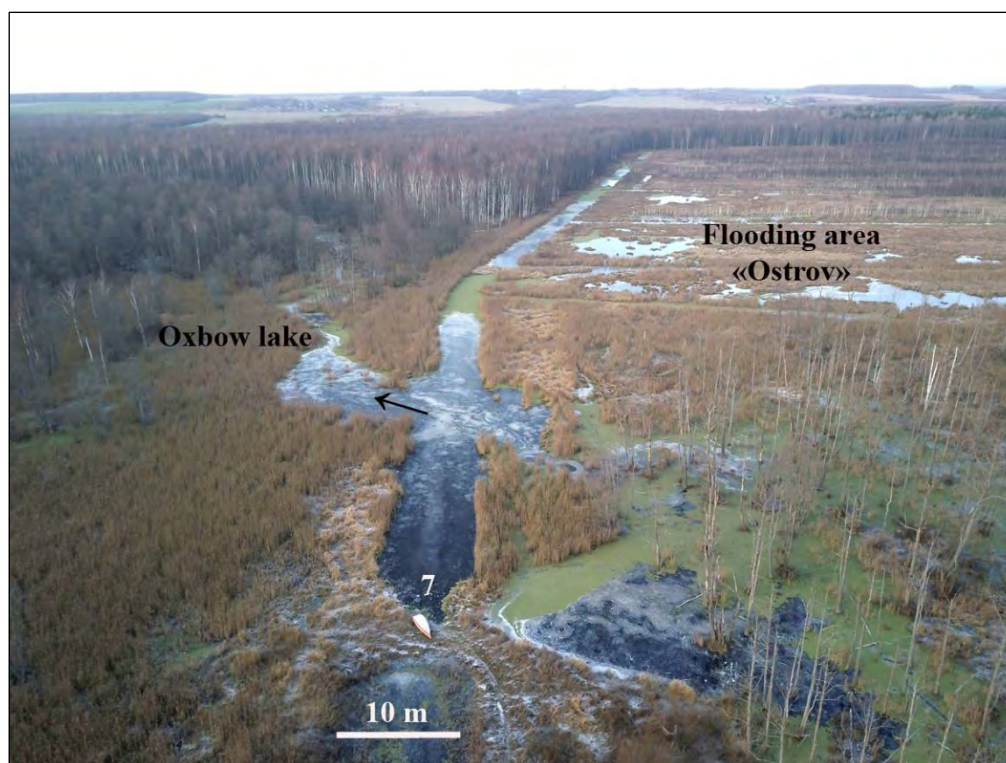


Photo 4. Dam No. 7 that redirects water into the oxbow, 11/23/2019 (photo by S.V. Pilipenko).

The last dam was blocking this channel closer up to the Dubna River (Fig. 1; dam No. 8). Between the dams No. 7 and No. 8, a linear reservoir has formed with a high water level. These days it maintains the groundwater level in the surrounding black alder forests in the area of 60 hectares.

According to our observations, in 2004-2009 there were 8 territorial pairs of common cranes on the right bank of the Dubna floodplain (between “Bublik” and “Ostrov”) which was flooded later, and in the adjacent northern bogs in the 2000s. Eight more 8 pairs were found on the left bank during the same period (Fig. 4).

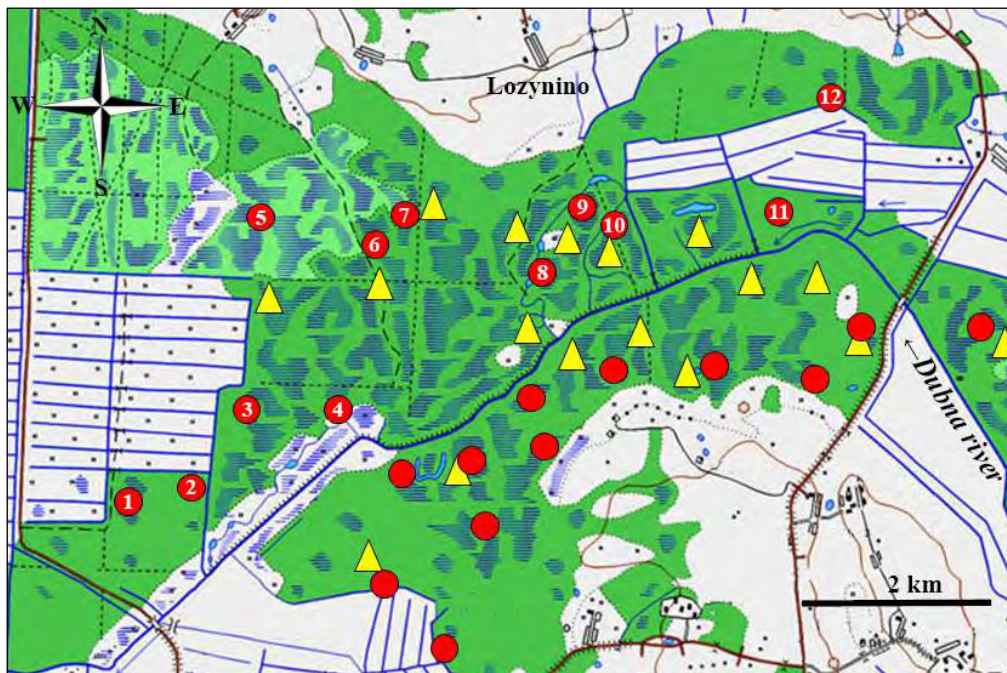


Fig. 4. Scheme with locations of the territorial pairs of the common cranes in the Dubna floodplain. *Legend:* red circles – territorial pairs that were registered in 2020, yellow triangles – locations of the pairs in 2004-2009.

In 2020 we carried out the early morning census of cranes on various sites in the Dubna floodplain on the 8th, 11th, 12th and 13th of April; the pairs No. 1-7 were heard from different sites (Fig. 4). In total, the 12 territorial pairs of common cranes were registered on the right bank of the Dubna floodplain, and 11 of them were registered on the left bank. We assume that the reason for the cranes' active vocalization was a decrease of disturbance factors due to the closed spring hunting and the absence of people.

The growing number of the breeding population throughout the Dubna floodplain in 2020 could be the result of climate changes that are common for the southern taiga zone of Central Russia (Kuzmina, Treshkin, 2017, 2018). These changes cause an increase of bogging in the valley territories, an increase and stabilization of the free-flow groundwater level, and an increase of soil moisture level in the river valleys and catchment areas (Kuzmina et al., 2011). All of the above helps to preserve the traditional nesting areas of the common cranes, and causes the new waterlogged territories, suitable for their nesting, to appear.

The groundwater level rise has increased the area of sites in the flooded Dubna oxbow that are suitable for the common cranes' nesting. In 2020 the 4 new territorial pairs were recorded for the first time. According to our observations in 2019, the cranes began to use the flooded oxbow lake in

August-September as a roosting place, while forming their autumn migration flock.

Conclusions

1. Agricultural activities in the middle of the XX century caused permanent changes in every type of wetland ecosystems. Peat bogs and river valleys were affected the most by this anthropogenic impact. Due to the problems of degradation of drained peat bogs and the adjacent territories, affected by the drainage as well, the flooding and further ecological rehabilitation shall be performed in this territory.

2. One of the indicator species for the state of wetland ecosystems is the common crane, because these birds nest depending on the hydrological conditions. In 2020 in the floodplain of the Dubna River the growth of cranes' nesting population was registered, which is partially due to climate change that causes bogging of the valley territories, as well as rise and stabilization of the free-flow groundwater level.

3. Occurrences of territorial pairs of the common crane during nesting period and roosting stations during autumn period in the flooded area of the floodplain bogs, where these birds have not been registered before, indicates that building of the dams to keep water in the oxbow lakes of the Dubna River was an effective measure.

4. By studying the dynamics of distribution of the territorial pairs throughout the wetland landscapes, we can make conclusions about environmental changes and predict changes in the species composition of animal population to solve management problems of wetland ecosystems for preservation of their biodiversity.

Acknowledgements. The authors would like to thank their colleagues and friends who helped us with crane censuses in the spring of 2020: Ye.A. Akhatov, S.A. Dylyuk, D.B. Koltsov, A.V. Makarov, V.O. Mokiyeveskiy, N.V. Mokiyeveskaya, A.V. Sevryugin, A.V. Shcherbakov.

REFERENCES

1. Bakka AI., Kayumov AA., Shirokov AI. Model project for the restoration of bogs in the Nizhny Novgorod region: the first results [*Model'nyy proyekt po vosstanovleniyu bolot v Nizhegorodskoy oblasti: pervyye itogi*] *Restoration of peat bogs in Russia: significance for the regions. Proc. of the seminar [Vosstanovleniye torfyanykh bolot v Rossii: znacheneye dlya regionov. Materialy seminar]* / ed. A.I. Bakka. Nizhny Novgorod, 2004:21-25.
2. Russian Federation Water Code, created on 6/3/2006, No. 74-FZ (redacted on 12/8/2020) (with changes and additions that are available since 1/1/2021) [*Vodnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 03.06.2006 N 74-FZ (red. ot 08.12.2020) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.01.2021)*] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_

REFERENCES

1. Бакка А.И., Каюмов А.А., Широков А.И. 2004. Модельный проект по восстановлению болот в Нижегородской области: первые итоги // Восстановление торфяных болот в России: значение для регионов: материалы семинара / Ред. А.И. Бакка. Н.-Новгород. С. 21-25.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) [Электронный ресурс: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683 (дата обращения 15.04.2021)].
3. Гринченко О.С. 2005а. Оценка воздействия гидромелиорации на экосистемы речных пойм гумидной зоны // Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные

- doc_LAW_60683 (Accessed on 4/15/2021)].
3. Grinchenko OS. Assessment of the impact of hydromelioration on ecosystems of river floodplains in the humid zone [*Otsenka vozdeystviya gidromelioratsii na ekosistemy rechnogo gumidnoy zony*] *Assessment of the impact of changes in the regime of land waters on terrestrial ecosystems* [*Otsenka vozdeystviya rezhima vod sushy na nazemnyye ekosistemy*]. Moscow: Nauka, 2005a:194-213.
 4. Grinchenko OS. Ecological criteria for regulating the regime of watering overdried peatlands in the floodplains of small rivers [*Ekologicheskiye normy regulirovaniya rezhima obvodneniya pereosushennykh torfyanikov v poymakh malykh rekordov*] *Problems of ecological safety of the Moscow region* [*Problemy ekologicheskoy bezopasnosti Moskovskoy oblasti*]. Moscow, 2005b:137-141.
 5. Grinchenko OS. Common crane (*Grus grus*) – an indicator-species of the state of ecosystems of the wetlands complex [*Seryy zhuravl' (Grus grus) – vid-indikator sostoyaniya ekosistem vodno-bolotnogo kompleksa*] *Ornithology in northern Eurasia* [*Ornitologiya v severnoy Yevrazii*] *Proc. of the XIII International Ornithological Conference of Northern Eurasia* [*Materialy XIII Mezhdunarodnoy ornitologicheskoy konferentsii Severnoy Yevrazii*]. Orenburg: Publishing House of the Orenburg State University, IPK GOU OSU, 2010:106.
 6. Grinchenko OS. Rare species of the northern Moscow region: common crane (*Grus grus*) [*Redkiye vidy severnogo Podmoskov'ya: seryy zhuravl' (Grus grus)*] *Materials of the Moscow Branch of the Russian Geographical Society* [*Materialy Moskovskogo gorodskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva. Biogeografiya, seriya 16*]. *Biogeography*. Series No. 16. Moscow: RAAS, 2011:31-39.
 7. Grinchenko OS., Makarov AV., Skorodumova SS. Common crane in the экосистемы. М.: Наука. С. 194-213.
 4. Гринченко О.С. 2005б. Экологические критерии регулирования режима обводнения переосушенных торфяников в поймах малых рек // Проблемы экологической безопасности Московской области. М. С. 137-141.
 5. Гринченко О.С. 2010. Серый журавль (*Grus grus*) – вид-индикатор состояния экосистем водно-болотного комплекса // Орнитология в северной Евразии: Материалы XIII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. Оренбург: Изд-во Оренбургского государственного университета, ИПК ГОУ ОГУ. С. 106.
 6. Гринченко О.С. 2011. Редкие виды северного Подмосковья: серый журавль (*Grus grus*) // Материалы Московского городского отделения Русского географического общества. Биogeография, серия 16. М.: РАСХН. С. 31-39.
 7. Гринченко О.С., Макаров А.В., Скородумова С.С. 2009. Серый журавль на северо-востоке Московской области // Сборник «Редкие виды птиц Нечерноземного центра»: Материалы IV совещания «Распространение и экология редких видов птиц Нечерноземного центра России», 12-13 декабря 2009 г. М.: МПГУ. С. 177-182.
 8. Гринченко О.С., Свиридова Т.В., Конторицков В.В. 2020. Многолетняя динамика экосистем северного Подмосковья (обоснование создания природного парка «Журавлиный край») // Экосистемы: экология и динамика. Т. 4. № 1. С. 104-137.
 9. Гринченко О.С., Щербачев А.В., Любезнова Н.В., Кольцов Д.Б. 2017. Эффективность реабилитации экосистем обводненных торфяников на основе анализа динамики растительности и авифауны (Талдомский район Московской области) // Экосистемы: экология и динамика. Т. 1. № 4. С. 23-39.

- north-east of the Moscow region [*Seryy zhuravl' na severo-vostoke Moskovskoy oblasti*] Collection "Rare species of birds of the Non-Black Earth Center" [*Sbornik "Redkiye vidy ptits Nechernozemnogo tsentra"*] Proc. of the IV meeting "Distribution and ecology of rare bird species in the Non-Black Earth Center of Russia", the 12-13th of December, 2009, Moscow [*Materialy IV soglasheniya «Rasprostraneniye i ekologiya redkikh vidov ptits Nechernozemnogo tsentra Rossii»*]. Moscow: MPGU, 2009:177-182.
8. Grinchenko OS., Sviridova TV., Kontorshchikov VV. Long-term dynamics of ecosystems in the northern Moscow region (substantiation of the creation of the natural park "Crane Country") [*Mnogoletnyaya dinamika ekosistem severnogo Podmoskov'ya (obosnovaniye sozdaniya prirodnogo parka "Zhuravlinyy kray")*]. *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. 2020;(4) 1:104-137.
 9. Grinchenko OS., Shcherbakov AV., Lyubeznova NV., Koltsov DB. Efficiency of rehabilitation of ecosystems of watered peat bogs based on the analysis of the dynamics of vegetation and avifauna (Taldom district of the Moscow region) [*Effektivnost' reabilitatsii ekosistem obvodnennykh torfyanikov na osnove analiza dinamiki rastitel'nosti i avifauny (Taldomskiy rayon Moskovskoy oblasti)*]. *Ecosystems: Ecology and Dynamics*. 2017;(1) 4:23-39.
 10. Zaderenko OI. Results of the development of project proposals for the restoration of peat bogs in the nature park "Meshchya" [*Rezultaty razrabotki proyektnykh predlozheniy o vosstanovlenii torfyanykh bolot v NP "Meshchya"*] *Restoring peat bogs in Russia: significance for the regions: Proc. of the seminar [Vosstanovleniye torfyanykh bolot v Rossii: znacheneye dlya regionov. Materialy seminar]* / ed. A.I. Bakka. Nizhny Novgorod, 2004:28-35.
 11. Zubakin VA., Voloshina ON., Oleksenko AI., Pancheshnikova YeYe. Common
 10. *Zaderenko O.I.* 2004. Результаты разработки проектных предложений о восстановлении торфяных болот в НП «Мещёра» // Восстановление торфяных болот в России: значение для регионов: материалы семинара / Ред. А.И. Бакка. Н.-Новгород. С. 28-35.
 11. *Зубакин В.А., Волошина О.Н., Олексенко А.И., Панчешникова Е.Е.* 1982. Серый журавль в Московской области и проблемы его охраны // Журавли в СССР. Л. С. 75-83.
 12. Информационно-аналитические материалы по состоянию охраны растений, животных и их местообитаний в странах западной Европы и России (на примере Бернской Конвенции, Директивы по охране птиц и Директивы по охране природных местообитаний и дикой фауны и флоры). 2008. М. 100 с.
 13. *Каменнова И.Е., Минаева Т.Ю.* 2018. Проект «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата»: опыт реализации и перспективы // Проблемы и перспективы устойчивого развития торфяного дела в России: материалы Международной научно-практической конференции, 17-19 сентября 2018 г., Тверь / Ред. О.С. Мисников, В.В. Панов. Тверь: Триада. С. 59-64
 14. *Кисилёва Н.Ю.* 2017. Оценка достаточности территорий особой природоохранной значимости Изумрудной сети в европейской России для серого журавля (*Grus grus* L.) // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». № 2. С. 131-145.
 15. Красная книга Московской области (издание третье, дополненное и переработанное). 2018 / Ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.Б. Никитский, А.В. Свиридов. М.о.: ПФ «Верховье». 810 с.
 16. *Кузьмина Ж.В., Каримова Т.Ю., Трёшкин С.Е., Феодоритов В.М.* 2011.

- crane in the Moscow region and problems of its protection [Seryy zhuravl' v Moskovskoy oblasti i problemy yego okhrany] *Cranes in USSR*. Leningrad, 1982:75-83.
12. Information and analytical materials on the state of protection of plants, animals and their habitats in Western Europe and Russia (on the example of the Berne Convention, the Directive on the protection of birds and the Directive on the protection of natural habitats and wild fauna and flora) [*Informatsionno-analiticheskiye materialy po sostoyaniyu okhrany rasteniy, zhivotnykh i ikh mestoobitaniy v stranakh zapadnoy Yevropy i Rossii (na primere Bernskoy konventsii, Direktivy po okhrane ptits i Direktivy po okhrane prirodnikh resursov mestoobit i dikoy fauny i flory)*]. Moscow, 2008:100.
 13. Kamennova IYe., Minayeva TYu. The project "Restoring peat bogs in Russia in order to prevent fires and mitigate climate change": implementation experience and prospects [*Proyekt «Vosstanovleniye torfyanykh bolot v Rossii v tselyakh predotvrashcheniya pozharov i smyagcheniya izmeneniy klimata»: opyt realizatsii i perspektivy*] *Problems and prospects for sustainable development of peat business in Russia [Problemy i perspektivy ustoychivogo razvitiya torfyanogo dela v Rossii]* *Proc. of the International Scientific and Practical Conference, the 17-19th of September, 2018, Tver* [*Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*] / eds. O.S. Misnikov, V.V. Panov. Tver: Triada, 2018:59-64
 14. Kisilova NYu. Assessment of the sufficiency of territories of special nature conservation significance of the Emerald Network in European Russia for the common crane (*Grus grus* L.) [Otsenka dostatochnosti territoriy osoboy prirodookhrannoy znachimosti Izumrudnoy seti v yeropeyskoy Rossii dlya serogo zhuravlya (*Grus grus* L.)] *Herald of TvGU*.
Влияние климатических изменений и зарегулирование речного стока на динамику растительности долин рек // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. № 2. С. 37-45.
 17. Кузьмина Ж.В., Трёшкин С.Е. 2010. Антропогенное изменение пойменных экосистем и их охрана // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. № 5 (113). С. 58-64.
 18. Кузьмина Ж.В., Трёшкин С.Е. 2017. Многолетние изменения основных метеорологических характеристик в зоне южной тайги европейской части России (бассейн Верхней Волги) // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. № 3 (151). С. 56-65.
 19. Кузьмина Ж.В., Трёшкин С.Е. 2018. Многолетние изменения влажностно-температурного режима в зоне южной тайги европейской части России (бассейн верхней Волги) // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. № 2 (154). С. 55-63.
 20. Маркин Ю.М. 1978. Опыт учёта численности серого журавля методом пеленгования // *Труды Окского Государственного заповедника*. Вып. XIV. С. 374-378.
 21. Минаева Т.Ю., Сирин А.А. 2011. Биологическое разнообразие болот и изменение климата // *Успехи современной биологии*. Т. 131. № 4. С. 393-406.
 22. Приклонский С.Г., Маркин Ю.М. 1982. Изменение численности серого журавля в центре Европейской части РСФСР за двадцать лет // *Журавли в СССР*. Ленинград. С. 84-88.
 23. Пчёлкин В.В. 2003. Обоснование мелиоративного режима осушенных пойменных земель. М.: Колос. 254 с.
 24. Свадковский Э.Г. 1936. Регулирование реки Дубны. М. 251 с.
 25. Сирин А.А., Медведева М.А., Макаров Д.А., Маслов А.А., Юстен Х. 2020. Мониторинг растительного покрова вторично обводненных торфяников Московской области //

- Series: Biology and Ecology [Vestnik TvGU. Seriya «Biologiya i ekologiya». 2017;2:131-145.*
15. The Red List of the Moscow Region (3^d edition, supplemented and revised) [*Krasnaya kniga Moskovskoy oblasti (izdaniye tret'ye, dopolnennoye i pererabotannoye)*] / eds. T.I. Varlygina, V.A. Zubakin, N.B. Nikitsky, A.V. Sviridov. Moscow Region: PF "Verkhovye", 2018:810.
 16. Kuzmina ZhV., Karimova TYu., Treshkin SE., Feodoritov VM. Influence of climatic changes and regulation of river flow on the dynamics of vegetation of river valleys [Vliyaniye klimaticheskikh izmeneniy i zaregulirovaniye rechnogo stoka na dinamiku rastitel'nosti dolin rek] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnikh resursov v Rossii]*. 2011;2:37-45.
 17. Kuzmina ZhV., Treshkin SE. 2010. Anthropogenic changes in floodplain ecosystems and their protection [Antropogennoye izmeneniye poymennykh ekosistem i ikh okhrana] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnikh resursov v Rossii]*. 2010;5(113):58-64.
 18. Kuzmina ZhV., Treshkin SE. Long-term changes in the main meteorological characteristics in the southern taiga zone of the European part of Russia (the Upper Volga basin) [Mnogoletniye izmeneniya osnovnykh meteorologicheskikh kharakteristik v zone yuzhnoy taygi yevropeyskoy chasti Rossii (basseyn Verkhney Volgi)] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnikh resursov v Rossii]*. 2017; 3 (151):56-65.
 19. Kuzmina ZhV., Treshkin SE. Long-term changes in the humidity and temperature regime in the southern taiga zone of the European part of Russia (the upper Volga basin) [Mnogoletniye izmeneniya vlazhnostno-temperaturnogo rezhima v zone yuzhnoy taygi yevropeyskoy chasti Vestnik Санкт-Петербургского университета. Серия «Науки о Земле». Т. 65. Вып. 2. С. 314-336.
 26. *Сурин А.А., Минаева Т.Ю., Возбранная А.Е., Барталев С.А.* 2011. Как избежать торфяных пожаров? // Наука в России. № 2. С. 13-21.
 27. *Флинт В.Е., Мищенко А.Л.* 1990. Анализ местообитаний редких и исчезающих видов птиц в центре европейской части СССР // Редкие виды птиц центра Нечерноземья: Материалы совещания: «Современное состояние популяций редких гнездящихся птиц Нечерноземного центра СССР», 27-28 ноября 1989 г., Пущино. М. С. 5-10.

- Rossii (basseyn verkhney Volgi)] *Use and Protection of Natural Resources in Russia [Ispol'zovaniye i okhrana prirodnnykh resursov v Rossii]*. 2018; 2 (154):55-63.
20. Markin YuM. The experience of counting the number of the common crane using the direction finding method [Opyt uchota chislennosti serogo zhuravlya metodom pelengovaniya] *Proceedings of the Oka State Reserve [Trudy Okskogo Gosudarstvennogo zapovednika]*. 1978;XIV:374-378.
 21. Minayeva TYu., Sirin AA. Biodiversity of bogs and climate change [Biologicheskoye raznoobrazie bolot i izmeneniye klimata] *Advances in Modern Biology [Uspekhi sovremennoy biologii]*. 2011;(131) 4:393-406.
 22. Prikloonskiy SG., Markin YuM. Changes in the number of the common crane in the center of the European part of the RSFSR for twenty years [Izmeneniye chislennosti serogo zhuravlya v tsentre Yevropeyskoy chasti RSFSR za dvadtsat' let] *Cranes in the USSR [Zhuravli v SSSR]*. Leningrad, 1982:84-88.
 23. Pcholkin VV. Substantiation of the reclamation regime of drained floodplain lands [Obosnovaniye meliorativnogo rezhima osushennykh poymennykh zemel']. Moscow: Kolos, 2003:254.
 24. Svadkovskiy EG. Regulation of the Dubna River [Regulirovaniye reki Dubny]. Moscow, 1936:251.
 25. Sirin AA., Medvedeva MA., Makarov DA., Maslov AA., Yusten KH. Monitoring of the vegetation cover of the re-watered peatlands of the Moscow region [Monitoring rastitel'nogo pokrova vtorichno obvodnennykh torfyanikov Moskovskoy oblasti] *Herald of Saint Petersburg University. Series: Earth Sciences [Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle]*. 2020;(65) 2:314-336.
 26. Sirin AA., Minayeva TYu., Vozbrannaya AYe., Bartalev SA. How to Avoid Peat Fires? [Kak izbezhat' torfyanikh pozharov?] *Science in Russia [Nauka v*

- Rossii*. 2011;2:13-21.
27. Flint VYe., Mishchenko AL. Analysis of habitats of rare and endangered bird species in the center of the European part of the USSR [*Analiz mestoobitaniy redkikh i ischezayushchikh vidov ptits v tsentre yevropeyskoy chasti SSSR*] *Rare species of birds of the center of the Non-Black Earth Region* [*Redkiye vidy ptits tsentra Nechernozem'ya*] *Proc. of the Meeting "The current state of populations of rare nesting birds of the Non-Black Earth Center of the USSR"*, Pushchino, the 27-28th of November, 1989 [*Soveshchaniye: "Sovremennoye sostoyaniye populyatsiy redkikh gnezdyashchikhsya ptits Nechernozemnogo tsentra SSSR"*]. Moscow, 1990:5-10.