

ISSN 2307–2520

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Алтайский государственный университет  
Институт географии



# ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ СИБИРИ

*Выпуск 29*

Под редакцией профессора  
Г.Я. Барышникова



Барнаул

---

Издательство  
Алтайского государственного  
университета  
2022

УДК 913/919 (571.15)

Г 353

**Рецензенты:**

*Ю. И. Винокуров*, доктор географических наук, профессор

*М. Г. Сухова*, доктор географических наук, доцент

**Главный редактор:**

*Г. Я. Барышников*, доктор географических наук, профессор

**Редакционная коллегия:**

*Т. В. Байкалова*, кандидат географических наук, доцент

*Г. И. Ненашева*, кандидат географических наук, доцент

*Е. П. Крупочкин*, кандидат географических наук, доцент

*В. В. Скрипко*, кандидат географических наук, доцент

**География и природопользование Сибири** : сборник статей /  
Г 353 под ред. проф. Г. Я. Барышникова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ; Алтайский государственный университет ; Институт географии. — Вып. 29. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2022. — 188 с.

ISSN 2307–2520

В сборнике приводятся данные по географии и природопользованию Сибири и Северного Казахстана. Особое внимание уделяется проблемам физической и экономической географии, рациональному природопользованию и охране окружающей среды.

Издание будет полезным для географов, экологов и природопользователей, а также может быть использовано в учебном процессе географических и биологических факультетов высших учебных заведений и колледжей.

УДК 913/919 (571.15)

ISSN 2307–2520

© Оформление. Издательство  
Алтайского государственного  
университета, 2022

А. О. Бабаякова

---

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: aykyune.alieva@gmail.com

## **СОХРАННОСТЬ РЕЛИКТОВОЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА МАНЖЕРОК В ГОРНОМ АЛТАЕ**

*Аннотация.* В работе рассматриваются природные особенности уникального в Горном Алтае озера Манжерок и влияние антропогенного прессинга на водную растительность этого водоема. Проведен анализ принятых мер от заиливания озера и сохранению реликтовых форм водной растительности. Как одно из мероприятий по реабилитации озера предложено искусственное восстановление реликтового водяного ореха — чилима.

*Ключевые слова:* озеро Манжерок, Горный Алтай, водяной орех чилим, рекультивация, антропогенный прессинг.

А. О. Babayakova

---

Altai State University, Barnaul, Russia  
E-mail: aykyune.alieva@gmail.com

## **PRESERVATION OF RELICT WATER VEGETATION OF LAKE MANZHEROK IN GORNOY ALTAI**

*Abstract.* The paper considers the natural features of Lake Manzherok, unique in the Altai Mountains, and the impact of anthropogenic pressure on the aquatic vegetation of this reservoir. The analysis of the measures taken to prevent the silting of the lake and the preservation of relict forms of aquatic vegetation was carried out. As one of the measures for the rehabilitation of the lake, the artificial restoration of a relict water chestnut — chilim is proposed.

*Keywords:* Lake Manzherok, Gorny Altai, water chestnut chilim, reclamation, anthropogenic pressure.

**В**ведение. В чем же заключается уникальность этого небольшого озера Горного Алтая, расположенного в правобережье долины Катгуни? Оно известно песней «Манжерок» в исполнении Эдиты Пьехи, якобы исполненной на международном фестивале советско-

монгольской дружбы и существованием реликтового водяного растения — чилима (*Trapa natans*).

Пятьдесят шесть лет назад, 18 августа 1966 года, в с. Манжерок на берегу одноименного озера прошло открытие Международного фестиваля советско-монгольской дружбы «Алтай-66». Но доподлинно известно, что певицы на этом фестивале не было, так же как и композитора Оскара Фельцмана. Эту песню он написал после проведения фестиваля.

Что касается водяного ореха — чилима, то это действительно уникальное растение. Водяной орех — это однолетнее растение, которое обитает в воде. Гибкие плавающие стебли прикрепляются ко дну прошлогодним орехом, как якорем. При подъеме уровня воды он легко отрывается от грунта и становится свободно плавающим, пока снова не укоренится на мелководье. Листья, похожие на березовые листочки, образуют розетку и располагаются мозаично благодаря разной длине черешков, и поэтому на поверхности воды плавают «звезды», похожие на вязанные ажурные салфетки.

Плоды этого растения имеют белое семечко внутри, величиной 2,0–2,5 см, с четырьмя твердыми изогнутыми «рогами». Поэтому чилим еще называют рогульник, чертов орех, рогатый орех, водяной каштан (рис. 1).



Рис. 1. Водяной орех — чилим (*Trapa natans*)

Водяной орех известен человеку с древнейших времен — его колючие скорлупки находят в археологических раскопках межледникового периода. Он достаточно широко распространен. Растет в стоячих водах, озерах, медленнотекущих реках, заводях, иногда образуя заросли. Это реликтовое растение находится на грани исчезновения. Водя-

ной орех распространен в Европе, Юго-Восточной Азии, Индии, иногда встречается в тропической Африке. В Индии и Китае чилим разводят на озерах и болотах. Кроме того, сохранившееся до настоящего времени реликтовое растение третичной флоры может свидетельствовать об отсутствии четвертичного горно-долинного оледенения в низкогорьях Горного Алтая.

Все части растения содержат углеводы, фенольные соединения, флавоноиды, тритерпеноиды, дубильные вещества, азотистые соединения, витамины, минеральные соли. В плодах обнаружено около 15% белка, 7,5% жира, 52% крахмала, 3% сахара, углеводы, большой набор витаминов и микроэлементов.

История знает много случаев, когда чилим спасал людей от голода. Семена водяного ореха содержат много питательных веществ, они вкусны и очень полезны. Водяной орех едят в сыром виде, запекают (на вкус он похож на жареные каштаны), отваривают с солью. Из чилима готовят муку и крупу, разнообразные блюда и кондитерские изделия. В азиатских странах его подают как закуску, поджаренным и подсолненным.

Кроме этого, водяной орех применяется в медицине. Из него изготавливали трапазид — средство, применяемое в борьбе с атеросклерозом. В свежем виде он широко используется в тибетской, китайской, японской медицине при импотенции, заболеваниях почек, диспепсии, как общеукрепляющее средство после тяжелых болезней, как мочегонное средство. В Индии и Китае все части растения применяют как закрепляющее, спазмолитическое, тонизирующее, вяжущее, седативное, потогонное и желчегонное средство. Свежий сок листьев и цветков используют для лечения глазных болезней, в качестве антисептика при горно-рее, болях, различных опухолях, при укусах змей и насекомых. Чилим также повышает устойчивость организма к неблагоприятным условиям, проявляет выраженное антивирусное действие.

*Материалы и методы исследования.* Озеро Манжерок расположено в правобережье р. Катунь на поверхности пятой надпойменной террасы и представляет собой древнюю старицу реки, заполненную водой. Протяженность водоема — 1112 м, при максимальной ширине в 400 м, глубине 2,5–2,8 м и общей площади 37,6 га. Питание озера осуществляется за счет ручьев, атмосферных осадков и грунтовых вод. Объем воды в водоеме составляет 810312 м<sup>3</sup>. Вода пресная и мягкая, имеет грязно-зеленый цвет, невысокую прозрачность и максимальную температуру летом до 22 °С. По химическому составу вода относится к хлоридно-карбонатному типу, имеет своеобразный привкус и запах. Дно сложено темно-серым озерным илом. Озеро имеет эллиптическую форму

и простирается с юго-запада на северо-восток. Сезонные колебания уровня воды в нем превышают 1 м. Берега низкие, заболоченные, дно сравнительно ровное [1].

Для определения мощности донных отложений в озере и оценки их на содержание органических остатков, было проведено бурение скважин (рис. 2).

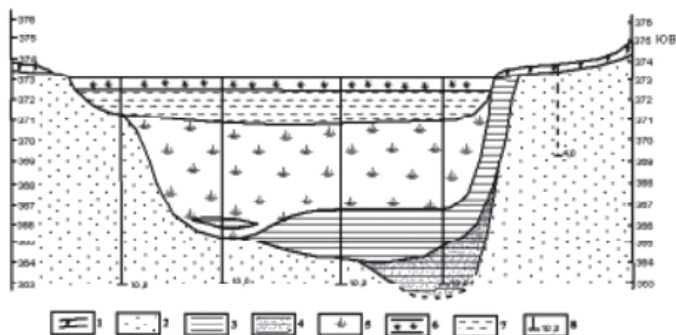


Рис. 2. Геологический профиль оз. Манжерок [2]

Примечание: 1 — почва суглинистая маломощная темно-серого цвета; 2 — пески средней крупности с прослойками песков мелкозернистых, крупнозернистых и гравелистых; 3 — глина с примесью органических веществ темно-серого и серого с зеленоватым оттенком цветов; 4 — глина пылеватая с примесью органических веществ серого и зеленовато-серого цвета; 5 — сапрпель темно-серого до черного цвета, высокопористая, высокодисперсная; 6 — лед; 7 — вода; 8 — буровые скважины

Анализ полученных материалов позволяет сделать следующие выводы. Формирование рыхлых отложений, завершающих разрез пятой надпойменной террасы Катунь, происходило в условиях достаточно спокойного течения. Большинство скважин под слоем донных илов и глин вскрыли пески. У северо-западного берега озера песчаное дно встречается на глубине от 1,7 до 5,3 м, у юго-восточного — скважины глубиной 10 м до песков не дошли. На северо-восточном, юго-западном и юго-восточном берегах пески залегают непосредственно под почвенно-растительным слоем, на глубинах до 6,5 м. Пески преимущественно средней крупности с содержанием органических остатков от 2 до 4%, но среди них отмечаются также пески мелкие, крупные и гравелистые. Гравийные зерна слабоокатанные. Их содержание изменяется от 7 до 42%, количество пылеватых и глинистых частиц тоже колеблется от 11 до 40%, что указывает на наличие переменных течений во время образования

старицы, а также периодическое поступление более грубого и слабо-окатанного местного материала со склонов.

В 1996 г. Манжерокское озеро получило официальный статус памятника природы. В окрестностях его обитает множество видов птиц, некоторые из них занесены в Красную книгу Республики Алтай. Горные склоны с восточной и юго-восточной стороны озера покрыты лесом. Здесь растут ель, сосна, пихта, береза, осина. Из кустарников наиболее распространены калина, малина, шиповник, жимолость, смородина, боярышник и маральник. Вдоль береговой линии произрастает береза, ива, хмель. В болотистых местах встречается роснянка, лютики, кубышка. На мелководье — хвощ, тростник, камыш, стрелолист и осока. На глубине водоема — белые и желтые кувшинки, элодея канадская. Но самое главное богатство озера — это водяной орех — чилим (*Trapa natans*), занесенный в Красные книги Республики Алтай и России.

В настоящее время озеро регрессирует. Береговая линия уже отступила на несколько десятков метров, водный баланс нарушен и стал отрицательным. На факторы естественной эвтрофикации накладывается мощный антропогенный прессинг, особенно в береговой зоне. В связи с этим водоем сокращается и мелеет. Доказано, что в водоемах с объемом воды менее 1,0 млн м<sup>3</sup>, при посещении 500–600 человек в сутки еще сохраняется способность к самоочищению, но при удвоении количества отдыхающих начинается процесс эвтрофикации.

Созданный на восточном склоне озера горнолыжный спортивно-оздоровительный комплекс с ежедневным пребыванием на нем, особенно зимой, в несколько тысяч человек значительно усугубляет экологическую обстановку в водоеме и на сопредельных с ним ландшафтах. Кроме того, вырубленный лес для горнолыжных трасс способствует значительному поступлению в водоем мелкозема во время весеннего снеготаяния и выпадения атмосферных осадков в виде дождя в летне-осеннее время.

Превышение антропогенного давления на озеро сверх экологически обоснованных нормативов способствует снижению самоочищающей способности воды. Уникальное озеро в ближайшее время может трансформироваться в безжизненный водоем. В связи с этим необходимо было проведение срочных и действенных природоохранных мер с целью восстановления способности водоема к самоочищению [3].

*Результаты и их обсуждение.* С учетом полученных данных по бурению скважин Институтом водных и экологических проблем СО РАН были сформулированы экологические проблемы для этого водоема. Основополагающий вывод ранее проведенных исследова-

ний состоял в том, что сохранение гидрологического режима Манжерокского озера приведет в долгосрочной перспективе к его полной деградации и превращению в заболоченную низину. Поскольку озеро и его водосборный бассейн подверглись заметному антропогенному воздействию, его реабилитация рассматривается не в плане возврата водоема в «дохозяйственный» период, а прежде всего, как снижение биогенной нагрузки на озеро и прекращение поступления загрязняющих веществ.

Согласно существующей классификации, Манжерокское озеро относится к группе мелководных озер со средней степенью антропогенной трансформации, для снижения негативных последствий которой рекомендуется проводить очистку водоемов от донных илов. При этом необходимо иметь в виду, что их полная очистка от накопленных донных отложений, являющихся важнейшим звеном экосистемы, вызывает резкие, порой необратимые изменения водного баланса, морфометрии, гидрохимического режима и жизни водной биоты [2]. Для этой цели в 2016 г. был разработан проект экологической реабилитации озера, предусматривающий очистку от донных илов его центральной части, свободной от водяного ореха.

Исполнителем проекта было определено АО «Сибгидромехстрой» (г. Новосибирск) и в 2017–2018 гг. этой организацией, с использованием электрического земснаряда ЛС-27 на площади 15 га, было изъято и перемещено 217,3 тыс. м<sup>3</sup> донных илов. Средняя глубина расчистки составила 1,34 м, при максимальной 2,06 м. Для предотвращения инфильтрации на дне озера был оставлен слой илов мощностью 10–20 см. Также проведена расчистка вытекающего из озера руч. Озерного и закрепление песком подводной части северо-западного берега озера на участке пляжной зоны.

Перемещенные по наплавному трубопроводу илы были размещены в северо-восточной части озерной котловины (рис. 3). Была намыта территория общей площадью 10 га. Карты отделены от озера защитной дамбой, а от прилегающего склона горы Синюхи — нагорной канавой. Для сброса излишков воды из озера рядом с картами была оборулована водосбросная канава.

Изучение экологических последствий реабилитации озера инициировало Министерство природных ресурсов Республики Алтай по причине резкого ухудшения качества озерной воды после расчистки, которая имела грязный вид из-за большого количества взвешенных частиц ила. В результате проведенной в августе 2018 г. комплексной научно-исследовательской работы Горно-Алтайским филиалом Инсти-

тута водных и экологических проблем СО РАН было изучено качество озерной воды, оценен трофический статус водоёма и разработаны рекомендации по его улучшению.



Рис. 3. Извлечение и транспортировка донных илов земснарядом (слева), Карты намыва илов № 1–3 в северо-восточной части озерной котловины (справа) [4]

В частности, рекомендовалось ведение мониторинга озерной воды по гидрофизическим, гидрохимическим, гидробиологическим и санитарно-микробиологическим показателям. В процессе его ведения в 2019–2020 гг. водные пробы отбирались в шести пунктах на двух профилях, ориентированных параллельно северо-западной береговой линии озера. Пункты 1 и 2 находились в 50 м от пляжной зоны, остальные — на длинной оси водоема, из них пункты 3 и 4 — в контуре проведенной расчистки. Всего в 2019–2020 гг. было проведено 11 туров обследования акватории озера и изучен химический состав и частично микробиологические показатели 72 проб озерной воды.

Химический анализ водных проб был проведен по аттестованным методикам на базе выше упомянутого филиала Института водных и экологических проблем СО РАН. В пробах на постоянной основе определялось содержание взвешенных веществ, мутность и перманганатная окисляемость воды. Взвешенные вещества определялись гравиметрическим методом, мутность — турбидиметрическим, с фотоколориметрическим окончанием на приборе КФК-2 (ПНД Ф 14.1: 2:4.213–05). Перманганатная окисляемость определялась обратным титрованием (ПНД Ф 14.1: 2:4.154–99).

Исходными материалами для анализа качества озерной воды и тенденций ее изменения стали результаты проведенных в 2015 г. инженерно-экологических изысканий (до расчистки) и данные вышеотмеченной комплексной научно-исследовательской работы 2018 г. После расчистки в воде отмечалось максимальное содержание взвешенных веществ, в основном частиц растительного детрита и глины, а также значения показателей ее состояния — мутность, окисляемость и другие параметры. В их распределении было отчетливо проявлено тяготение к площади изъятия донных илов, объясняемое взмучиванием воды при работе земснаряда.

Качество озерной воды в 2019 г. также оставалось на неудовлетворительном уровне. Основная причина заключалась в высоком содержании взвешенных частиц в воде, обусловленном как ее взмучиванием при расчистке, так и наличием мощного слоя сапропеля на нерасчищенной площади дна озера, подверженной нагонным явлениям и размыву, что приводило к их поступлению в расчищенную часть акватории. Несмотря на это обстоятельство, через год после расчистки наметилась явно выраженная тенденция последовательного снижения содержания взвешенных частиц и значений других показателей экологического состояния озерной воды.

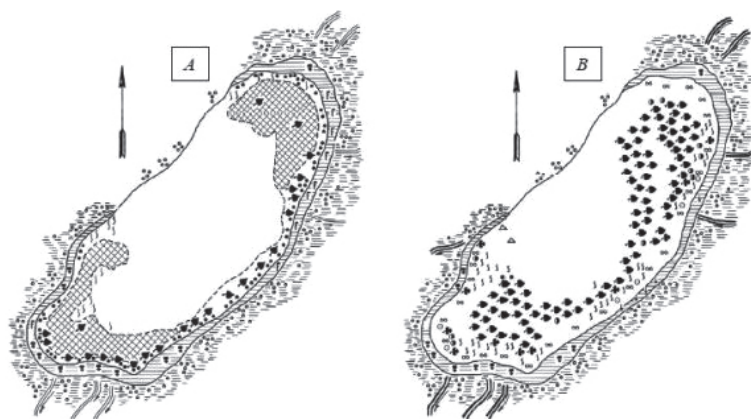


Рис. 4. Схема зарастания Манжерокского озера

Примечание: А — заросли водяного ореха в 1976 г. [5] — мелкая сетка;

В — 2010 г. зарослей водяного ореха практически нет [6]

Так, среднее содержание взвешенных веществ в воде уменьшилось в 38,2 раза, показателя мутности — в 8,6 раза, а перманганатной окисляемости — в 10,2 раза. Эта позитивная с экологической точки зрения

тенденция имела продолжение и в 2020 г. Характерно, что в конце этого года значения основных контролируемых показателей озерной воды, в частности, взвешенных веществ, на участке расчистки были ниже, чем на сопредельной нерасчищенной площади акватории.

Тем не менее приходится констатировать, что основная примечательность Манжерокского озера — наличие реликтового водяного ореха — практически полностью уничтожена в результате активного освоения водоема для рекреационных целей (рис. 4).

*Выводы.* Таким образом, проведенный анализ освоения уникального Манжерокского озера в Горном Алтае для рекреационных целей свидетельствует о негативном влиянии человека на природную систему водоема и его окрестностей, приводит к почти полному уничтожению реликтовых и краснокнижных форм водной растительности.

Следующим этапом реабилитации водоема, по нашему мнению, должно стать снижение антропогенного прессинга и искусственное восстановление водяного ореха — чилима и других реликтовых видов водной растительности. Для чего необходимо завести семена водяного ореха, взятых из старичных озер, находящихся в долине р. Чумыш Алтайского края и проводить наблюдения за их приживаемостью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бабаякова А. О., Барышников Г. Я.* Природные особенности озера Манжерок и сохранность водной растительности (Горный Алтай) // Межд. науч.-практ. конф. «XII Ломоносовские чтения». 29–30 апреля 2022 г. Душанбе, 2022. С. 235–240.
2. *Осьмушкин В. С., Швецов А. Я.* Бурение для оценки мощности донных отложений оз. Манжерок в Майминском районе Республики Алтай: отчет о геологических работах ОАО АлтайТИСИЗ. Барнаул, 2007. 15 с.
3. *Цимбалей Ю. М.* О геотехнических мерах в восстановлении и охране Манжерокского озера // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. Барнаул, 2014. С. 58–62.
4. *Робертус Ю. В., Пузанов А. В., Кивацкая А. В., Любимов Р. В.* Экологические последствия реабилитации Манжерокского озера (Республика Алтай) // Вода и экология: проблемы и решения. 2021. № 1 (85). С. 41–49.
5. *Ильин В. В.* Флора и растительность Манжерокского озера (Алтай) // Ботанический журнал. 1982. Т. 62. С. 210–220.
6. *Зарубина Е. Ю., Соколова М. И.* Трансформация структуры растительного покрова Манжерокского озера (Республика Алтай) за 35-летний период // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2016. № 4 (36). С. 47–61.

---

**REFERENCES**

1. Babayakova A. O., Baryshnikov G. Ya. Prirodnye osobennosti ozera Manzherok i sohrannost' vodnoj rastitel'nosti (Gornyj Altaj). Mezhd. nauch.-prakt. konf. «XII Lomonosovskie chteniya». 29–30 aprelya 2022 g. Dushanbe, 2022. S. 235–240.
2. Os'mushkin V. S., Shvecov A. Ya. Burenie dlya ocenki moshchnosti donnyh otlozhenij oz. Manzherok v Majminskom rajone Respubliki Altaj: otchet o geologicheskikh rabotah OAO AltajTISIZ. Barnaul, 2007. 15 s.
3. Cimbalej Yu. M. O geotekhnicheskikh merah v vosstanovlenii i ohrane Manzherokskogo ozera // Izvestiya Altajskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva. Barnaul, 2014. S. 58–62.
4. Robertus Yu. V., Puzanov A. V., Kivacskaya A. V., Lyubimov R. V. Ekologicheskie posledstviya reabilitacii Manzherokskogo ozera (Respublika Altaj) // Voda i ekologiya: problemy i resheniya. 2021. № 1 (85). S. 41–49.
5. Il'in V. V. Flora i rastitel'nost» Manzherokskogo ozera (Altaj) // Botanicheskij zhurnal. 1982. T. 62. S. 210–220.
6. Zarubina E. Yu., Sokolova M. I. Transformaciya struktury rastitel'nogo pokrova Manzherokskogo ozera (Respublika Altaj) za 35-letnij period // Vestnik Tomsogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2016. № 4 (36). S. 47–61.

УДК 574 (571.13)

---

*С. Г. Барышников*

---

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

E-mail: sbaryshnikov18@gmail.com

Научный руководитель: д. г. н., профессор Б. А. Красноярова

**ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИРТЫША  
В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены современные проблемы влияния хозяйственной деятельности человека на загрязнение вод Иртыша в Омской области. Показано влияние на экологическое состояние вод Иртыша, антропогенное воздействие от промышленных предприятий, сельского и лесного хозяйств, расположенных на территории Омской области. Сюда также следует отнести влияние водного транспорта и мелиорации, транспортно-селитебное и рекреационное воздействие

---

на водоток. Подробно описано влияние каждого источника загрязнения. В качестве мер по улучшению экологического состояния вод Иртыша на территории Омской области предлагается увеличить количество лесных насаждений, произвести лесовосстановительные работы и уменьшить процент распаханых территорий с переводом используемых земель под пары. Также можно внедрить современную систему фильтрующего оборудования в промышленное производство и ввести систему замкнутого промышленного водоснабжения. Улучшить контроль за деятельностью туристических фирм, особенно использующих для этих целей водные объекты. Предложены рекомендации по компенсации ущерба водным объектам и пути оптимизации водопользования в отраслях региональной специализации.

*Ключевые слова:* Омская область, Иртыш, загрязнение вод.

---

*S. G. Baryshnikov*

Institute of Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

E-mail: sbaryshnikov18@gmail.com

Research advisor: d. g. s., professor B. A. Krasnoyarova

---

## **MAIN SOURCES OF POLLUTION OF THE IRTYSH IN THE OMSK REGION**

*Abstract.* This article discusses the current problems of the impact of human economic activity on the pollution of the waters of the Irtysh in the Omsk region. The impact on the ecological state of the waters of the Irtysh is shown by the anthropogenic impact from industrial enterprises, agriculture and forestry located on the territory of the Omsk region. This should also include the impact of water transport and land reclamation, transport, residential and recreational impact on the watercourse. The influence of each source of pollution is described in detail. As measures to improve the ecological state of the waters of the Irtysh in the Omsk region, it is proposed to increase the number of forest plantations, carry out reforestation and reduce the percentage of plowed areas, with the transfer of used land to fallows. It is also possible to introduce a modern system of filtering equipment into industrial production and introduce a system of closed industrial water supply. To improve control over the activities of travel companies, especially those using water bodies for these purposes. Recommendations for compensating damage to water bodies and ways of optimizing water use in the branches of regional specialization are proposed.

*Keywords:* Omsk region, Irtysh, water pollution.

**В**ведение. Территория Омской области располагается в пределах Западно-Сибирской равнины. Она входит в подтаежную, лесостепную и степную природно-климатические зоны умеренного пояса. На юге области расположены обширные степи, а центральная часть представлена лесостепью, в основном с лиственными лесами. Север области занят почти сплошными лесами, общая площадь которых равна 5943 тыс. га, в том числе хвойными породами — 948 тыс. га. Главная водная артерия региона — р. Иртыш, одна из крупнейших рек России. В Омской области Иртыш имеет все черты, характерные для равнинных рек.

Поскольку река протекает по территории Китая, Казахстана и России, то на границе двух последних Иртыш принимает на себя с общим среднемноголетним стоком воды, по замерам в районе г. Омска, 30,3 км<sup>3</sup>/год [7]. При этом на границе России с Казахстаном качество воды характеризуется как «загрязненная» и относится к 3–4 классу загрязнения по пятибалльной шкале Росгидромета. К этому следует добавить антропогенное воздействие на качество воды от промышленных предприятий, сельского и лесного хозяйств, расположенных на территории Омской области. Сюда также следует отнести влияние водного транспорта и мелиорации, транспортно-селитебное и рекреационное воздействие на водоток.

*Материалы и методы исследования.* Цель исследования заключалась в проведении анализа опубликованных научных и фондовых материалов по проблемам общего стока р. Иртыш, протекающей по территории Омской области, и определения источников загрязнения водотока. Для достижения поставленной цели нами были систематизированы сведения о ранее выполненных работах, осуществлен подбор литературных и фондовых сведений по изучаемой проблеме. Основными методами исследования являлись составление обзора и анализ опубликованных данных, определения основных источников загрязнения вод Иртыша и разработка рекомендаций по улучшению экологического состояния главного водотока Омской области.

На 1 января 2021 г. к государственным балансовым запасам полезных ископаемых отнесены четыре нефтяных месторождения и одно газоконденсатное, два титановых и циркониевых, два месторождения стекольных песков, по одному — бентонитовых глин и минеральных солей. Но особенно большие запасы — строительных песков, кирпичного суглинка, сапропелей и торфа. Как известно, при эксплуатации этих месторождений происходит значительное загрязнение поверхностных вод, хотя в промышленности потребность в воде на 91% обеспечивает

ся за счет систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения. Тем не менее уровень загрязнения поверхностных вод весьма велик. Так, в контролируемых створах г. Омска средние концентрации нефтепродуктов изменялись от 4 до 8 ПДК, фенолов — от 2 до 3 ПДК, меди — от 6 до 7 ПДК, железа — от 1 до 2 ПДК. Экстремально высокие уровни загрязненности воды нефтепродуктами зафиксированы по р. Иртыш, в 0,5 км ниже устья р. Омь — 62 ПДК [4]. Высокую опасность с точки зрения загрязнения почвогрунтов, грунтовых и поверхностных вод нефтепродуктами представляют разрабатываемое Крапивинское месторождение нефти, Омский нефтеперерабатывающий завод, склады горюче-смазочных материалов, автозаправочные станции и нефтебазы.

Омская область — это высокоразвитый сельскохозяйственный регион. Наибольший удельный вес в составе земель сельскохозяйственного назначения (84%) занимают сельскохозяйственные угодья (таблица). Площадь несельскохозяйственных угодий в структуре земель сельскохозяйственного назначения составила 1210,8 тыс. га [4].

#### **Структура земель сельскохозяйственного назначения на территории Омской области по состоянию на 31.12.2020**

| Угодья                 | Площадь,<br>тыс. га | От общей<br>площади, % | Всего от сельхоз-<br>угодий, % |
|------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|
| Пашни                  | 4052,5              | 53,4                   | 63,6                           |
| Залежь                 | 160,8               | 2,1                    | 2,5                            |
| Многолетние насаждения | 14,3                | 0,2                    | 0,2                            |
| Сенокосы               | 980,3               | 12,9                   | 15,4                           |
| Пастбища               | 1168,1              | 15,4                   | 18,3                           |
| Итого сельхозугодий    | 6376                | 84                     | 100                            |

В северной подтаежной зоне значение распаханности составляет более 21%, в южной лесостепи — около 57%, а в степной зоне — более 73%. Причем в некоторых районах степной зоны распаханность приближается к критическому значению — 89%. По этой причине в настоящее время большинство культурных ландшафтов, включая агроценозы, в той или иной степени загрязнены различными экотоксикантами. В число наиболее опасных включаются тяжелые металлы, радионуклиды и остатки пестицидов [1]. Основными веществами, поступающими с полей и загрязняющими поверхностные и подземные воды, являются сульфаты, хлориды, соединения азота (нитраты, нитриты, ам-

миак). Среди тяжелых металлов — медь, свинец, цинк, кадмий, никель и ртуть.

Несмотря на то, что в вопросах экологического состояния территории леса играют положительную роль, тем не менее нерациональное их использование может влиять и на водные системы региона. Все леса в Омской области образуют единый государственный лесной фонд. Он состоит из лесов государственного значения и лесов, закрепленных за сельскохозяйственными предприятиями. Леса государственного значения находятся в ведении государственных лесхозов и располагаются на обширных обособленных территориях или в отдельных урочищах. Лесное хозяйство в агролесохозяйственных лесхозах или непосредственно акционерные общества. Выделение лесных земель аграрного пользования, определение их площади производится устроительными службами. В лесах государственного значения аналогичные работы ведут устроительные организации [1].

Леса на территории области размещены крайне неравномерно. Более половины лесных массивов сосредоточено в северной зоне, 23,3% произрастают в центральной и 8,0% лесов, преимущественно колочного характера, размещаются в южной зоне, в основном в виде полесных лесных полос.

Для контроля за состоянием лесов ежегодно в отчетную документацию вносятся изменения, происходящие в лесном фонде в результате хозяйственной деятельности, связанной с вырубкой леса, отчуждением площадей под гражданские и другие виды застройки. Сокращаются площади лесов и в связи с возникновением стихийных бедствий — пожаров, засух, массовых повреждений вредителями и т. п.

Важным показателем любой территории является ее лесистость. Под этим термином принято понимать соотношение между площадью лесов и общей площадью территории на которой они произрастают. В среднем по области лесистость составляет 31,4%. Наибольшую долю занимают леса в Тарском районе — 67,0%, а в целом по северу Омской области — 58,8%. По мере продвижения на юг этот показатель снижается. В центральной зоне он составляет 23,5%, колеблясь по отдельным районам от 14 до 38%. Лесистость южной зоны весьма незначительна, в среднем 7,8%.

Как отмечалось выше, главной водной магистралью области является р. Иртыш, левый приток Оби. На территории Омской области протяженность реки составляет 1174 км. Иртыш имеет все черты, характерные для равнинных рек: правый берег — высокий, крутой, нередко изрезанный оврагами, левый — пологий, плавно переходящий в рав-

нину. Глубина реки достигает 15 м, скорость течения — до 1,5 м/сек. В летние месяцы температура воды в Иртыше составляет +19–20°C, иногда достигает +26–29°C. Толщина льда в зимнее время может быть более одного метра. Ширина русла на юге Омской области составляет 600–700 м, а на севере — 900–1000 м [3]. Река Иртыш имеет смешанное питание с преобладанием дождевой и снеговой воды. Летом и осенью большое значение имеют воды из больших водораздельных болот, которые приносятся в Иртыш его притоками.

Основной проблемой водных ресурсов Омской области является их загрязнение сточными водами промышленных предприятий и жилищно-коммунальных хозяйств (86%). По объему сброса загрязненных сточных вод г. Омск стоит на девятом месте по России. В водные объекты области в зависимости от объема производства поступает до 269 млн м<sup>3</sup> загрязненных сточных вод, в том числе в городе — 230 млн м<sup>3</sup>, из которых 86% — неочищенных или недостаточно очищенных.

Свою лепту в загрязнение поверхностных вод Омского Прииртышья вносит также речной флот и мелиорация. Загрязнение при мелиорации происходит в результате того, что основной фонд дачных участков находится в долине Иртыша, а орошение этих территорий вызывает интенсивный снос в водоемы больших объемов различных удобрений и ядохимикатов. В некоторых случаях эти загрязняющие вещества попадают в водную среду с дренажными водами [5].

Значительным источником загрязнения вод Иртыша являются места проживания людей и транспорт. Всего в Омской области насчитывается 25 городских населённых пунктов, из них пять крупных городов и 20 поселков городского типа. Кроме городских поселений в области имеется 1400 сельских населенных пунктов. В целом плотность населения по области составляет 13,49 чел/км<sup>2</sup>. В результате хозяйственной деятельности человека в местах его проживания происходит загрязнение всех компонентов природной среды, в том числе и водных объектов.

Существующая сеть автомагистралей в Омской области, насчитывает семь общегосударственных и региональных направлений. Это автотрассы Р-254, А-320, Р-402, Р-390, Р-391, Р-392, Р-393 и др. Для сравнения достаточно привести магистраль Р-254, по которой только в сутки передвигается до 10468 крупнотоннажных и легковых автомобилей [2]. Такого количества автомобилей вполне достаточно для того, чтобы выхлопные газы способствовали попаданию тяжелых металлов не только в почву, но и транспортировались в речные системы.

Немалую роль в нарушении экологической обстановки в регионе сыграло и сооружение линейных конструкций. Так, только для прокладки одной высоковольтной линии электропередачи требуется отчуждение земли по профилю шириной не менее 200 м. В то время как общая протяженность линий электропередачи напряжением 0,4–500 кВт составляет 50437 км. Из них линий электропередачи напряжением 500 кВт — 845,5 км, 220 кВт — 827,1 км, 110 кВт — 5290,3 км, 0,4–35 кВт — 43474,1 км [6].

В последнее время в экономиках субъектов Российской Федерации не последнее место стало занимать развитие туризма. Не является исключением и Омская область. В связи с этим рекреационное воздействие на ландшафты области становится крайне заметным. Так, из 14 официально разработанных туристических маршрутов шесть направлений принадлежат водным, ориентированных на Омское Прииртышье.

По функциям данные маршруты можно классифицировать как полифункциональные. В частности, здесь решаются задачи оздоровления и повышения спортивной квалификации участников походов, удовлетворение потребностей познавательного интереса, активный отдых. В рамках данных походов успешно может реализовываться и исследовательская функция, связанная с тем, что еще далеко не все участки северных районов хорошо изучены, и поэтому туристы могут проводить собственные научные наблюдения и исследования [2].

*Результаты и их обсуждение.* Таким образом, анализ основных источников загрязнения Иртыша в Омской области позволяет сделать вывод об уязвимости реки от антропогенного воздействия на водоток, а саму область считать дефицитным субъектом по воде. До области доходит недостаточное количество воды из-за двух открытых водохранилищ в Республике Казахстан. В самой же Омской области из Иртыша происходит большой по объемам забор воды для обеспечения различных видов промышленности, локализованных в основном в административном центре, в г. Омске. Обмелению также способствует низкий процент лесных насаждений в береговой части реки. Большая концентрация промышленных предприятий привела к загрязнению вод Иртыша путем сброса сточных отходов производства. В Омской области высокую опасность с точки зрения загрязнения почвогрунтов и грунтовых вод представляют разрабатываемое Крапивинское месторождение нефти, а также нефтеперерабатывающие заводы.

Большое влияние на состав воды в Иртыше оказывает сельское хозяйство. Так, Омская область — высокоразвитый сельскохозяйственный регион, где доля распахки в 80–90% способствует смыву большо-

го числа высокотоксичных удобрений разного вида, а также верхнего почвенного слоя.

Высока доля загрязнения реки по причине наличия в областном центре большого количества автомобильных дорог, а также крупных магистралей на территории области. С дорожного покрытия происходит смыв токсичных тяжелых металлов, сажи и других взвешенных веществ, а также антигололедных реагентов в зимний период времени. Селитебный комплекс способствует еще большему загрязнению Иртыша, с территории которого происходит смыв бытовых отходов.

*Выводы.* В качестве мер по улучшению экологического состояния р. Иртыш на территории Омской области предлагается увеличить количество лесных насаждений, произвести лесовосстановительные работы и уменьшить процент распаханых территорий, с переводом используемых земель под пары. Также можно внедрить современную систему фильтрующего оборудования (сброс/выброс/обезвреживание) в промышленное производство и ввести систему замкнутого промышленного водоснабжения. Следует улучшить контроль за деятельностью туристических фирм, особенно использующих для этих целей водные объекты.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Омской области в 2006 году. Омск : ЗАО «Манифест», 2007. 288 с.
2. Зарайский В. А., Морозов В. А., Палащенко А. Ф. и др. Омская область : туристская схема. М 1: 600000. Омск, 1968.
3. Лес и охрана природы. М. : Агропромиздат, 1980. 315 с.
4. Омская область. Экологические проблемы. URL: <http://ecology-of.ru/ekologiya-regionov/>.
5. Омский областной статистический ежегодник, 2003. Омск : ГУ «Природоохранный центр», 2004. 347 с.
6. Промышленность. URL: <https://infopedia.su/10x2d70.html>.
7. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. 2018 год. СПб. : Росгидромет, 2019. 153 с.

## REFERENCES

1. Doklad o sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Omskoj oblasti v 2006 godu. Omsk : ZAO «Manifest», 2007. 288 s.
2. Zarajskij V. A., Morozov V. A., Palashenkov A. F. i dr. Omskaya oblast' : turistskaya skhema. M 1: 600000. Omsk, 1968.
3. Les i ohrana prirody. M. : Agropromizdat, 1980. 315 s.

4. Omskaya oblast'. Ekologicheskie problemy. URL: <http://ecology-of.ru/ekologiya-regionov/>.
5. Omskij oblastnoj statisticheskij ezhegodnik, 2003. Omsk : GU «Prirodoohrannyj centr», 2004. 347 s.
6. Promyshlennost'. URL: <https://infopedia.su/10x2d70.html>.
7. Resursy poverhnostnyh i podzemnyh vod, ih ispol'zovanie i kachestvo. Ezhegodnoe izdanie. 2018 god. SPb. : Rosgidromet, 2019. 153 s.

УДК 551.312.3:551.435.1

*С.Г. Барышников<sup>1</sup>, И.Н. Ротанова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия  
E-mail: sbaryshnikov18@gmail.com

<sup>2</sup>Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: rotanova@email.asu.ru

## **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ВЕРХНЕЙ ОБИ**

*Аннотация.* В статье рассматриваются плановые деформации русла р. Оби в районе г. Барнаула и анализируются факторы, влияющие на их интенсивность. Приводятся результаты геоинформационного моделирования плановых деформаций русла Верхней Оби выше Новосибирского водохранилища с 1990 по 2018 год. Приводятся результаты оценки шероховатости поверхности поймы и устойчивости пойменных отложений к разрушению водными потоками.

*Ключевые слова:* Верхняя Обь, деформация русла, пойма, устойчивость пойменных отложений.

<sup>1</sup>Institute of Water and Environmental Problems, SB RAS, Barnaul, Russia  
E-mail: sbaryshnikov18@gmail.com

<sup>2</sup>Altai State University, Barnaul, Russia. E-mail: rotanova@email.asu.ru

## **INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE ROUTER PROCESSES OF THE UPPER OB**

*Abstract.* The article discusses planned deformations of the riverbed. Ob near the city of Barnaul and analyzes the factors influencing their intensity. The results of geoinformation modeling of planned deformations of the Upper Ob channel upstream of the Novosibirsk reservoir from 1990 to 2018 are presented. The results of assessing the roughness of the floodplain surface and the resistance of floodplain deposits to destruction by water flows are presented.

*Keywords:* Upper Ob, channel deformation, floodplain, stability of floodplain deposits.

**В**ведение. Река Обь имеет важное водохозяйственное значение, но особую роль в экономической жизни Западной Сибири играет Верхняя Обь. В бассейне Верхней Оби располагаются наиболее крупные населенные пункты и ведется активная хозяйственная деятельность. В тектоническом отношении вся территория представляет собой Бийско-Барнаульскую впадину. Прогибы и разломы в границах этой тектонической структуры в основном определили рисунок гидрографической сети и оказывают влияние на ход современных русловых процессов. Исследование комплекса эндогенных и экзогенных факторов, влияющих на эти процессы, позволяет создать основу для рациональной организации хозяйственной деятельности в долине Верхней Оби.

*Материалы и методы исследования.* Теоретико-методологической основой исследования послужили работы специалистов в области гидрологии, ландшафтоведения, картографии, геоинформационных методов в гидрологии [10, 11, 14, 16, 17, 20 и др.].

Информационную базу исследования составили: космические снимки с аппаратов *Landsat* за период 1990–2018 гг., куда вошли цифровая модель рельефа поймы Верхней Оби, цифровая ландшафтная карта поймы и гидрологические данные гидропоста г. Барнаула.

Технология геоинформационного картографического моделирования и количественной оценки русловых деформаций включала в себя этапы сбора исходной информации по унифицированной схеме, ее математическую обработку и картографическую визуализацию полученных моделей русла с помощью ГИС. В данном случае геоинформационное моделирование было необходимо для исследования изменений, происходящих в русле реки за 1990–2018 гг.

Совмещение плановых очертаний русла Верхней Оби за ряд лет в среде ГИС позволило установить преобладание процесса меандрирования русла на протяжении 28 лет. На отрезке Верхней Оби выявлено несколько разновидностей русел равнинных рек. Форма русла закономерно изменяется от сложно-разветвленного до меандрирующего и вновь разветвленного.

Для моделирования допустимых неразрывающих скоростей водных потоков послужила карта «Ландшафты поймы верхней Оби», составленная в Институте водных и экологических проблем СО РАН в 1991 г. Ю. М. Цимбалей, О. И. Винокуровой, Н. И. Агафоновой, В. И. Кошелевым, М. Ю. Солдуновой, В. М. Маниной (рис. 1). Данная карта послужила основой для создания нами схемы шероховатости поверхности поймы и карты допустимых неразрывающих скоростей водного потока.

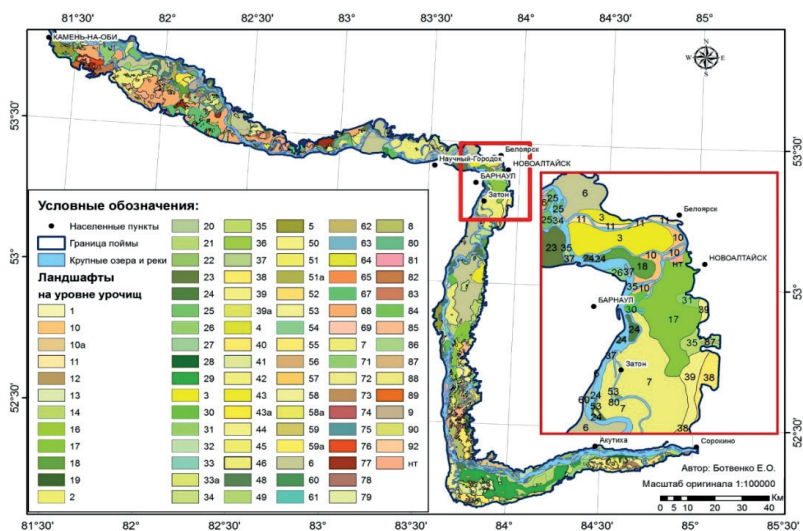


Рис. 1. Цифровая ландшафтная карта поймы Верхней Оби

Длина участка Оби от слияния Бии и Катунь до города Камня-на-Оби — 515 км, а площадь водосбора — 216000 км<sup>2</sup> [19]. Русловые и пойменные процессы Верхней Оби детально исследованы [6, 9, 11].

Гидрологические исследования [8] показали, что водный режим Верхней Оби относится к алтайскому типу и характеризуется наличием двух пиков половодья, повышенным летне-осенним стоком и низкой зимней меженью. Обычно половодье на Верхней Оби имеет две волны. Первая волна паводка обусловлена таянием снега на равнинной территории (максимум в конце апреля), вторая — в горах (максимум в июне). Тип водного режима обусловлен тем, что река имеет смешанное питание с преобладанием снегового (50% годового стока). Дождевые и грунтовые воды вносят примерно одинаковый вклад в питание реки (20–26% стока). Доля ледниковых вод не превышает 10%. Средний годовой расход воды в районе г. Барнаула составляет 1470 м<sup>3</sup>/с, максимальный — 12600 м<sup>3</sup>/с, минимальный — 125 м<sup>3</sup>/с. В период половодья значительное количество воды поглощает пойма.

Растительный покров поймы Верхней Оби образуют формации полевицевых, овсяницевых, вейниковых и осоковых пойменных лугов, болот, прирусловых и заболоченных лесов [1, 4]. Л. М. Бурлаковой и Л. Г. Казанцевой исследован почвенный покров поймы Верхней Оби [5].

В долине Верхней Оби проводились комплексные ландшафтные исследования и была составлена ландшафтная карта масштаба 1:100000 [8, 19]. Как было установлено, ландшафты поймы Верхней Оби сформировались в условиях Лесостепной зональной области, Верхне-Обской долины провинции, Средне-лесостепной подпровинции.

*Результаты и их обсуждение.* Геоинформационное моделирование позволило установить плановые деформации русла, происходившие в 1990–2018 гг. Совмещение плановых очертаний русла Верхней Оби за ряд лет в среде ГИС позволило установить преобладание процесса меандрирования русла на протяжении 28 лет. Форма русла закономерно изменяется от сложно-разветвленного до меандрирующего и вновь разветвленного.

Сопоставление интервала наблюдений за деформациями русла с 1894 по 2015 гг. и изменения высот паводковой волны за тот же период позволяют связать дальнейшее снижение максимальных уровней половодья (рис. 2) с преобладанием процесса меандрирования (рис. 3).

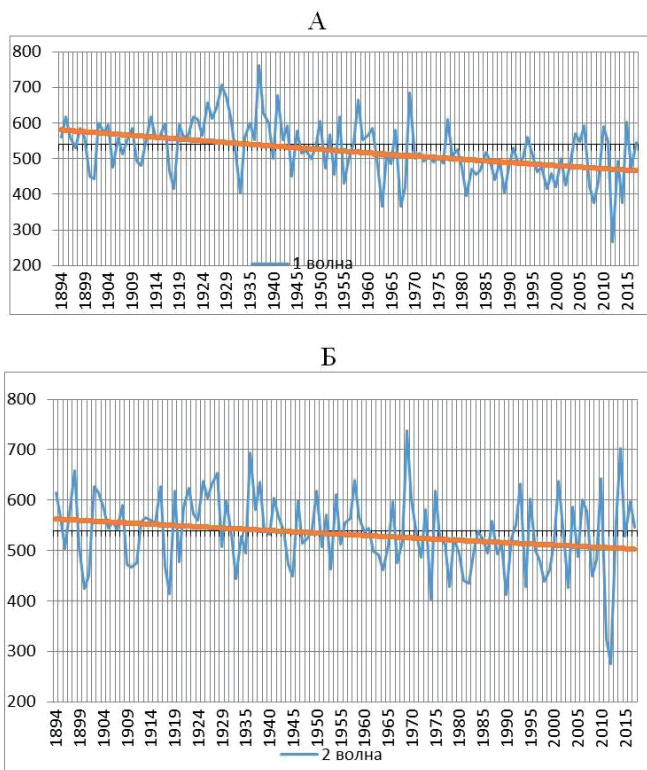


Рис. 2. Максимальные уровни воды в р. Обь: А – в первую волну паводка, Б – во вторую волну паводка [12]

Из рисунка 2 следует, что на Оби довольно четко проявляется вековой цикл колебаний стока с маловодной фазой до середины 50-х годов прошлого столетия и относительно многоводной, продолжающейся в 70-е годы, с некоторым увеличением стока в настоящее время.

Теоретической основой для построения карты допустимых неразмывающих скоростей водного потока послужило Руководство по определению допускаемых неразмывающих скоростей водного потока для различных грунтов при расчете [15]. Под допустимой неразмывающей средней скоростью понимается наибольшее значение средней скорости движения воды, при которой поток не может вызвать недопустимого размыва для нормальной эксплуатации русла. Для комплекса отложений, встречающихся в районе исследования, была составлена табли-

ца допустимых неразмывающих скоростей водного потока для открытых русел (табл. 1), которая была положена в основу построения карты допустимых неразмываемых скоростей.

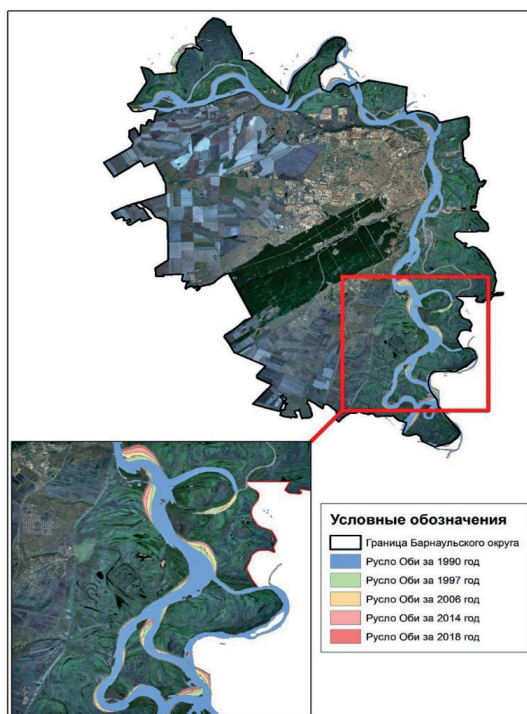


Рис. 3. Визуализация плановых деформаций русла Верхней Оби в районе г. Барнаула в 1990–2018 гг. (составлено авторами)

Таблица 1

**Допустимые не размывающие скорости водного потока  
для открытых русел [15]**

| Тип грунта            | Скорость, м/сек |
|-----------------------|-----------------|
| Илистый               | 0,5–0,6         |
| Песок и супесь слабая | 0,7–0,8         |
| Супесь уплотненная    | 1,0             |
| Суглинок легкий       | 1,1–1,2         |
| Глина                 | 1,4–1,8         |

Нами построена карта допустимых неразмывающих скоростей водного потока, дающая общие представления об устойчивости грунтов к размыванию, так как строение толщи аллювиальных отложений имеет сложный характер, обусловленный чередованием пойменных и старичных фаций аллювия, с наложением их друг на друга (рис. 4). Тем не менее следует обратить внимание на то, что в районе г. Барнаула располагается участок поймы, с поверхности сложенный отложениями, подверженными разрушению при скоростях потока 0,5–1,0 м/сек.

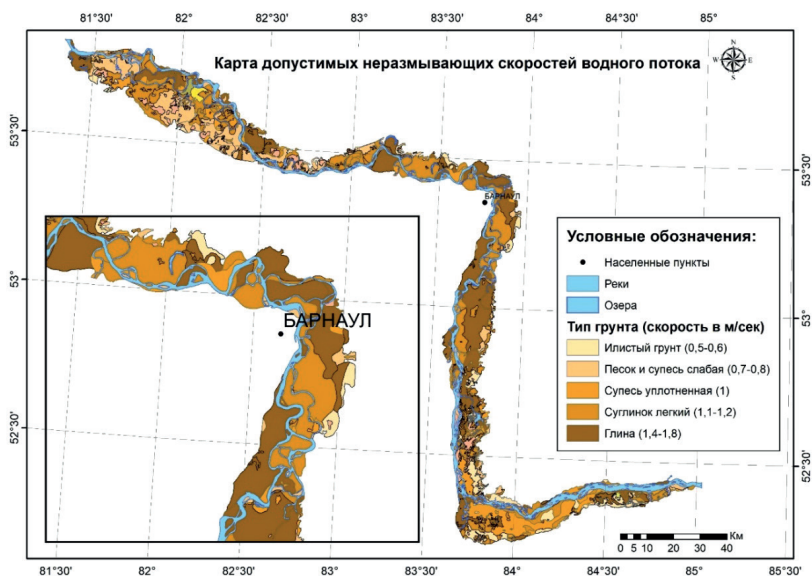


Рис. 4. Информационно-картографическая модель изменения допустимых неразмывающих скоростей водного потока (составлена авторами)

Для оценки влияния растительного покрова на движение воды в русле был предложен коэффициент шероховатости (коэффициент Гоклера-Маннинга) — величина, характеризующая сопротивление, оказываемое руслом протекающему потоку. Для расчета этого коэффициента применяются формулы, связывающие коэффициент шероховатости с линейными размерами выступов шероховатости или с гидравлическими элементами потока, например, с глубиной или уклоном. Очень сложно определить коэффициент шероховатости в естественных руслах, а особенно при движении воды по пойме или зарастающему руслу [3]. Как правило, зарастание русла наблюдается при малых скоро-

стях движения воды в нем. В связи с этим гидравлические исследования заросших русел требуют учета случайного характера распределения растительности в русле. Ранее были установлены коэффициенты шероховатости в зависимости от особенностей растительного покрова (табл. 2).

Таблица 2

**Зависимость коэффициента шероховатости русла  
от густоты насаждений [3]**

| Густота<br>насаждений,<br>шт/м <sup>2</sup> | Коэффициенты шероховатости, n/                              |                                                               |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|                                             | С учетом случайного характера<br>(нормальное распределение) | Без учета случайного характера<br>(равномерное распределение) |
| 1                                           | 1,23                                                        | 1,22                                                          |
| 5                                           | 1,99                                                        | 1,87                                                          |
| 10                                          | 2,66                                                        | 2,44                                                          |
| 30                                          | 4,46                                                        | 3,99                                                          |
| 50                                          | 5,75                                                        | 5,09                                                          |
| 100                                         | 8,14                                                        | 7,13                                                          |
| 200                                         | 11,56                                                       | 10,04                                                         |

Из таблицы следует, что чем плотнее сомкнутость растений, тем выше коэффициент шероховатости. Зарастание рек зависит от многих факторов: климата, высоты местности над уровнем моря, уклона продольного профиля реки, глубины и ширины русла, химического состава вод, донных грунтов и наносов, мутности воды, освещенности и т. д.

Одним из важных факторов является климат, особенно такая важная характеристика как сумма активных температур (выше 10 °С). Большое значение для развития растительности имеет также химический состав воды и почвогрунтов. Песчаные субстраты зарастают медленнее, чем супесчаные, так как содержат закисные соединения. Русла с суглинистыми грунтами обогащены минеральными веществами и при медленных скоростях течения, в благоприятных термических условиях быстро зарастают. Минерализация сдерживает рост растительности только в очень высоких концентрациях. Отдельные речные и озерные растения, такие как тростник и рупия, переносят концентрацию солей до 20–30 г/л. Некоторое влияние на зарастание оказывают частые колебания уровня воды в реке и скорости ветра.

На практике эти факторы действуют одновременно. В рамках настоящего исследования нами была составлена таблица шероховато-

сти, которая была положена в основу построения карты шероховатости поймы (табл. 3).

Таблица 3

### Шероховатость поверхности поймы

| Преобладающий тип растительного покрова                | Шероховатости, (баллы) |
|--------------------------------------------------------|------------------------|
| Береговые отмели, лишённые растительного покрова       | 1 (0)                  |
| Разреженная пионерная растительность                   | 2 (1)                  |
| Злаковые и разнотравно-злаковые луга                   | 3 (2)                  |
| Осоковые луга с отдельными кустарниками                | 4 (3)                  |
| Разреженные ивовые леса                                | 5 (6)                  |
| Закустаренные луга                                     | 6 (6a)                 |
| Разреженные ивово-березовые леса                       | 7 (5a)                 |
| Ивовые леса                                            | 8 (5)                  |
| Ивово-березовые леса с подлеском кустарниковые заросли | 9 (4)                  |
| Ивовые леса бамбукового типа                           | 10 (7)                 |

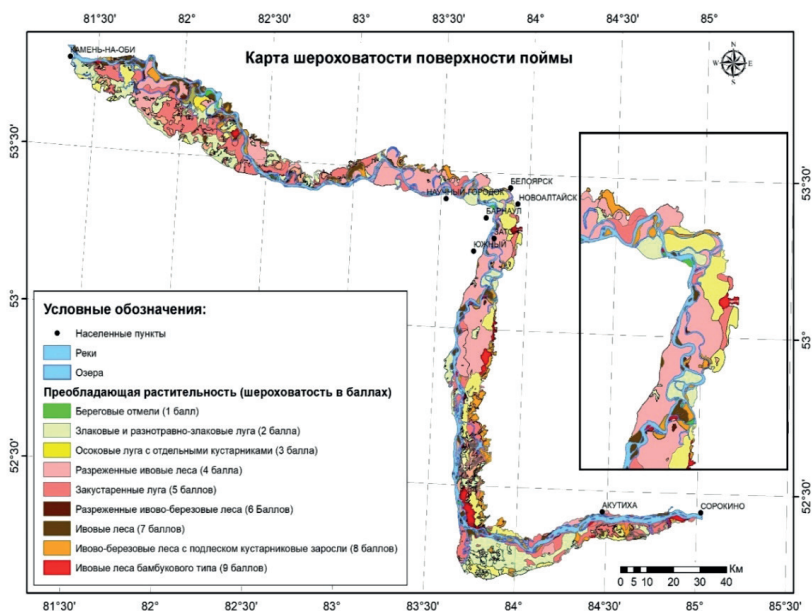


Рис. 5. Информационно-картографическая модель шероховатости поверхности поймы (составлена авторами)

Автоматизированная обработка групп данных позволила нам построить информационно-картографическую модель шероховатости поверхности поймы (рис. 5), на которой значения шероховатости представлены в баллах, соответствующих коэффициентам шероховатости, рассчитанных [2] для разных типов растительного покрова (см. табл. 3).

Значительное влияние на ход русловых процессов также оказывает и хозяйственная деятельность человека [7]. Так, влияние Новосибирского водохранилища прослеживается на 190 км вверх по течению. Оно проявляется в подъеме уровня воды на 1,5–3,0 м, уменьшении скорости движения воды в русле в 2,5–3,0 раза, что отражается на снижении транспортирующей способности потока. Также опеределена зона подпора, которая в течение сезонов годового цикла перемещается вверх или вниз по течению. В межень наблюдается самое низкое положение зоны влияния. В заключительную фазу половодья устанавливается самое высокое положение этой зоны. Изменение зоны подпора водохранилища отражается в деформациях русла. Происходит формирование пойменной многоорукавности, увеличивается их число и площадь, наблюдается оживление старых проток.

Таблица 4

**Воздействие хозяйственной деятельности человека на русло, берега и на водосбор Верхней Оби [7]**

| Деформации                         | Вертикальные | Горизонтальные |
|------------------------------------|--------------|----------------|
| Дноуглубление                      | +            | +              |
| Руслоспремляющие работы            | +            | +              |
| Пойменные карьеры                  | +            | +              |
| Мосты                              | +            | +              |
| Верхний бьеф ГЭС (зона подпора)    | +            | +              |
| Нижний бьеф ГЭС                    | +            | +              |
| Дюкеры                             | +            | +              |
| Сооружения на берегах              | +            | +              |
| Эксплуатация портов и пристаней    | +            | +              |
| Берегоукрепление                   | +            | +              |
| Сельскохозяйственное освоение пойм | +            | +              |
| Распашка земель на водосборе       | +            | +              |
| Сведение лесов на водосборе        | +            | +              |

Большое влияние на русловые процессы Верхней Оби оказывают добыча гравия и углубление русла, строительство инженерных со-

оружий, таких как железнодорожные мосты, в районе которых большая часть расхода воды проходит через один пролет, что сопровождается усилением врезания русла. Укрепление берегов в черте города привело к увеличению устойчивости русла, то есть ограничению руслового процесса. В таблице 4 представлены основные виды хозяйственной деятельности, влияющие на русловые процессы в Верхней Оби.

Так, при анализе динамики русла Оби за 2010–2017 гг. на отрезке водотока между протоками Ерестной и Дрокинской была обнаружена гряды протяженностью 3,3 км [13]. У одной из опор ЛЭП образовалась 15-метровая промоина. В 2010–2012 гг. сформировался побочень, в результате работы земснаряда и складирования песка в 2009 г. Этот побочень переместился вниз по течению на 70 м. Появились острова в верхней части участка. Происходит смещение подводной гряды левобережного побочня как части этой гряды, а также прилегающей к ее обратному склону плесовой ложбины вниз по течению. Вдоль противоположного берега происходит углубление русла.

Выше Новосибирского водохранилища существует зона подпора, которая обуславливает процесс регрессивной аккумуляции наносов в русле и повышение высотных отметок дна реки. Инженерные сооружения и мероприятия в русле и на пойме Оби нарушают естественный ход русловых процессов.

*Выводы.* В процессе хозяйственной деятельности человека необходимо учитывать естественные и антропогенные факторы влияющие на русловые и пойменные процессы Верхней Оби. Результаты исследования могут использоваться для создания ГИС бассейна Верхней Оби, позволяющей накапливать и хранить информацию, а также осуществлять оперативное и долгосрочное прогнозирование русловых и пойменных процессов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов В. И., Шелудякова В. А. Материалы к познанию лугов и болот долины р. Оби. Омск, 1929. 51 с.
2. Барышников Н. Б. Речные поймы (морфология и гидравлика). Л. : Изд-во РГГМУ, 1978. 152 с.
3. Барышников Н. Б. Гидравлические сопротивления речных русел. СПб. : Изд-во РГГМУ, 2003. 146 с.
4. Бронзова Г. Я. По обским лугам // Известия Гос. лугового ин-та им. Вильямса. 1929. № 46. С. 72–92.

5. Бурлакова Л. М., Казанцева Л. Г. Почвенно-агрономические исследования в Сибири : сб. науч. тр. к 100-летию профессора Н. В. Орловского. Барнаул : АГАУ, 1999. Вып. 1. С. 38–40.

6. Дьячков В. Н. Определение скорости распространения фронта деформаций: гидрологические исследования Сибири // Тр. Зап.-Сиб. регион. науч.-исслед. гидромет. ин-та. М. : Гидрометеоздат, 1988. Вып. 87. С. 121–126.

7. Колосов К. А. Гидролого-морфометрический анализ и деформации русла Верхней Оби в условиях антропогенной нагрузки : автореф. дисс. ... канд. географ. наук: 11.00.07 / МГУ им. М. В. Ломоносова. М., 1994. 32 с.

8. Кузин П. С. Режим рек южных районов Западной Сибири, Северного и Центрального Казахстана. Л. : Гидрометеиздат, 1953. 538 с.

9. Кулемина Н. М. Исследования руслового процесса Верхней Оби // Труды гидрологич. ин-та. Л. : Гидрометеиздат, 1974. Вып. 190. С. 72–87.

10. Маккавеев Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М. : Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.

11. Маккавеев Н. И., Чалов Р. С. О развитии рельефа поверхности речных террас и признаки глубинной эрозии на примере Верхней Оби // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1964. № 4. С. 120–125.

12. Максимальные уровни воды в р. Обь: А — в первую волну паводка, Б — во вторую волну паводка. URL: <http://www.meteo-nso.ru/pages/40>

13. Марусин К. В., Дьяченко А. В., Коломейцев А. А., Вагнер А. А. Современная динамика русла реки Обь в районе Барнаульского водозабора № 1 по данным натурных наблюдений // Изв. АО РГО. 2017. № 4 (47). С. 52–61.

14. Ротанова И. Н., Шибких А. А. Алгоритм преобразования исходной картографической ГИС-информации в параметры гидрологической модели // Интеркарто-8: ГИС для устойчивого развития территорий : материалы Межд. конф. СПб. : ЗАО «Карта», 2002. С. 107–109.

15. Руководство по определению допускаемых не размывающих скоростей водного потока для различных грунтов при расчете каналов. М. : Минводхоз СССР, 1981. 58 с.

16. Тикунов В. С. Метод классификации географических комплексов для создания оценочных карт // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр. 1985. № 4. С. 28–36.

17. Хромых О. В., Хромых В. В. Ландшафтный анализ Нижнего Притомья на основе ГИС: естественная динамика долинных геосистем и их изменения в результате антропогенного воздействия. Томск : Изд-во НТЛ, 2011. 160 с.

18. Цимбалей Ю. М. Пойменные геосистемы Верхней Оби: типология, морфологическая структура, прогноз изменений при регулировании речного стока // География и природные ресурсы. 2000. № 1. С. 34–41.
19. Цимбалей Ю. М., Акарачкина Л. К. Пойменные ландшафты и проблемы их оценки в связи с регулированием речного стока // Географические проблемы Алтайского края. Барнаул, 1991. С. 67–68.
20. Чалов Р. С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. М. : Изд-во КРАСАНД, 2011. 960 с.

## REFERENCES

1. Baranov V. I., Sheludyakova V. A. Materialy k poznaniyu lugov i bolot doliny r. Obi. Omsk, 1929. 51 s.
2. Baryshnikov N. B. Rechnye pojmy (morfologiya i gidravlika). L. : Izd-vo RGGMU, 1978. 152 s.
3. Baryshnikov N. B. Gidravlicheskie soprotivleniya rechnyh rusel. SPb. : Izd-vo RGGMU, 2003. 146 s.
4. Bronzova G. Ya. Po obskim lugam // Izv. Gos. lugovogo in-ta im. Vil'yamsa, 1929. № 46. S. 72–92.
5. Burlakova L. M., Kazanceva L. G. Pochvenno-agronomicheskie issledovaniya v Sibiri: sb. nauch. tr. k 100-letiyu professora N. V. Orlovskogo. Barnaul : AGAU, 1999. Vyp. 1. S. 38–40.
6. D'yachkov V. N. Opredelenie skorosti rasprostraneniya fronta deformacij: gidrologicheskie issledovaniya Sibiri // Tr. Zap.-Sib. Region. nauch.-issled. gidromet. in-ta. M. : Gidrometeoizdat, 1988. Vyp. 87. S. 121–126.
7. Kolosov K. A. Gidrologo-morfometricheskij analiz i deformacii rusla Verhnej Obi v usloviyah antropogennoj nagruzki : avtoref. diss. ... kand. geograf. nauk: 11.00.07 / MGU im. M. V. Lomonosova. M., 1994. 32 s.
8. Kuzin P. S. Rezhim rek yuzhnyh rajonov Zapadnoj Sibiri, Severnogo i Central'nogo Kazahstana. L. : Gidrometeoizdat, 1953. 538 s.
9. Kulemina N. M. Issledovaniya ruslovogo processa Verhnej Obi // Tr. gidrologich. in-ta. L. : Gidrometeoizdat, 1974. Vyp. 190. S. 72–87.
10. Makkaveev N. I. Ruslo reki i eroziya v ee bassejne. M. : Izd-vo AN SSSR, 1955. 346 s.
11. Makkaveev N. I., Chalov R. S. O razvitii rel'efa poverhnosti rechnyh terras i priznaki glubinnnoj erozii na primere Verhnej Obi // Izv. AN SSSR. Ser. geogr. 1964. № 4. S. 120–125.
12. Maksimal'nye urovni vody v r. Ob': A — v pervuyu volnu pavodka, B — vo vtoruyu volnu pavodka. URL: <http://www.meteo-nso.ru/pages/40>
13. Marusin K. V., D'yachenko A. V., Kolomejcev A. A., Vagner A. A. Sovremennaya dinamika rusla reki Ob' v rajone Barnaul'skogo vodozabora

---

№ 1 po dannyh naturnyh nablyudenij // Izv. AO RGO, 2017. № 4 (47). S. 52–61.

14. *Rotanova I. N., Shibkih A. A.* Algoritm preobrazovaniya iskhodnoj kartograficheskoy GIS-informacii v parametry gidrologicheskoy modeli / Interkarto-8: GIS dlya ustojchivogo razvitiya territorij: materialy Mezhd. konf. SPb. : ZAO «Karta», 2002. S. 107–109.

15. Rukovodstvo po opredeleniyu dopuskaemyh ne razmyvayushchih skorostej vodnogo potoka dlya razlichnyh gruntov pri raschete kanalov. M. : Minvodhoz SSSR, 1981. 58 s.

16. *Tikunov V. S.* Metod klassifikacii geograficheskikh kompleksov dlya sozdaniya ocenочnyh kart // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. geogr. 1985. № 4. S. 28–36.

17. *Hromyh O. V., Hromyh V. V.* Landshaftnyj analiz Nizhnego Pritom'ya na osnove GIS: estestvennaya dinamika dolinnyh geosistem i ih izmeneniya v rezul'tate antropogennogo vozdejstviya. Tomsk : Izd-vo NTL, 2011. 160 s.

18. *Cimbalej Yu. M.* Pojmennye geosistemy Verhnej Obi: tipologiya, morfologicheskaya struktura, prognoz izmenenij pri regulirovanii rechnogo stoka // Geografiya i prirodnye resursy, 2000. № 1. S. 34–41.

19. *Cimbalej Yu. M., Akarachkina L. K.* Pojmennye landshafty i problemy ih ocenki v svyazi s regulirovaniem rechnogo stoka // Geograficheskie problemy Altajskogo kraya. Barnaul, 1991. S. 67–68.

20. *Chalov R. S.* Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika. T. 2: Morfodinamika rechnyh rusel. M. : Izd-vo KRASAND, 2011. 960 s.

---

*О. Н. Барышникова*

---

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

E-mail: onb-olga@yandex.ru

## **ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ САЯНСКОЙ ОБЛАСТИ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СТРАНЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

*Аннотация.* На основе исследования изменчивости структуры климатических сезонов годового цикла и анализа опубликованных работ установлены основные тенденции изменения структуры высотных поясов Саян. Повышение среднегодовой температуры воздуха и снижение суровости зим, увеличение влажности воздуха привело к расширению лесного пояса, сокращению площадей тундровых ландшафтов и ледников. Возросла роль кедровых и темнохвойных лесов. Повышение среднегодовой температуры воздуха и увеличение продолжительности фазы «умеренно теплое лето», в условиях орографической континентальности климата южных и восточных склонов, вызвало активизацию сообществ степного пояса в нижней части спектра высотных поясов и криоаридной лесостепи в его верхней части.

*Ключевые слова:* высотная поясность, Западный Саян, Восточный Саян.

---

*O. N. Baryshnikova*

---

Altai State University, Barnaul, Russia

E-mail: onb-olga@yandex.ru

## **FEATURES OF ALTITUDE ZONATION OF THE SAYAN REGION OF THE ALTAI-SAYAN PHYSICAL AND GEOGRAPHICAL COUNTRY AT THE PRESENT STAGE**

*Abstract.* Based on the study of the variability of the structure of the climatic seasons of the annual cycle and the analysis of published works, the main trends in the change in the structure of the Sayan high-altitude belts are established. An increase in the average annual air temperature and a decrease in the severity of winters, an increase in air humidity led to the

expansion of the forest belt, a reduction in the areas of tundra landscapes and glaciers. The role of cedar and dark coniferous forests has increased. An increase in the average annual air temperature and an increase in the duration of the «moderate-warm summer» phase, under the conditions of orographic continentality of the climate of the southern and eastern slopes, caused the activation of the communities of the steppe belt in the lower part of the spectrum of altitudinal belts and the cryoarid forest-steppe in its upper part.

*Keywords:* altitudinal zonality, Western Sayan, Eastern Sayan.

**В**ведение. Саянская область Алтае-Саянской физико-географической страны включает в себя ландшафты горных хребтов Западного и Восточного Саяна, а также речных долин и межгорных котловин. Интерес к исследованию современных особенностей высотной поясности данной области обусловлен тем, что по ее территории проходит ряд природных рубежей. Это границы между климатическими областями с умеренным континентальным и резко континентальным климатом, между бореальными (таежными и подтаежными) и суббореальными (лесостепными и степными) ландшафтами, водораздел между реками бассейна Северного Ледовитого океана и областью внутреннего стока. Изменения, происходящие в ландшафтной структуре этой территории, могут индизировать тенденции глобальных климатических изменений.

*Материалы и методы исследования.* Саянская область Алтае-Саянской физико-географической страны включает в себя средневысотные горные массивы, расчлененные долинами рек и межгорными впадинами. На орографической схеме Саяна (рис. 1) прослеживаются структурные элементы, имеющие разную пространственную ориентацию. Западный Саян более чем на 600 км протянулся с юго-запада на северо-восток полосой гор от 80 до 200 км. В верховьях р. Абакана хр. Ергак-Таргак-Тайга, принадлежащий Западному Саяну, примыкает к центральной части Восточного Саяна. В месте их сочленения существует узел хребтов Крыжина, Агульские Белки, Тагульский, Удинский с вершинами более 2800–2900 м.

В юго-восточной части Восточного Саяна находятся высочайшие вершины хр. Большой Саян с массивом Мунку-Сардык высотой до 3492 м и Тункинскими гольцами с высотами до 3300 м. В центральной части Восточного Саяна выпадает 1000–1300 мм осадков. Мощность снежного покрова на склонах северных экспозиций и на поверхностях вершин достигает одного двух метров. Выше 3000 м образуются висячие и каровые ледники, число которых составляет около сотни, общей площадью свыше 30 км<sup>2</sup>.

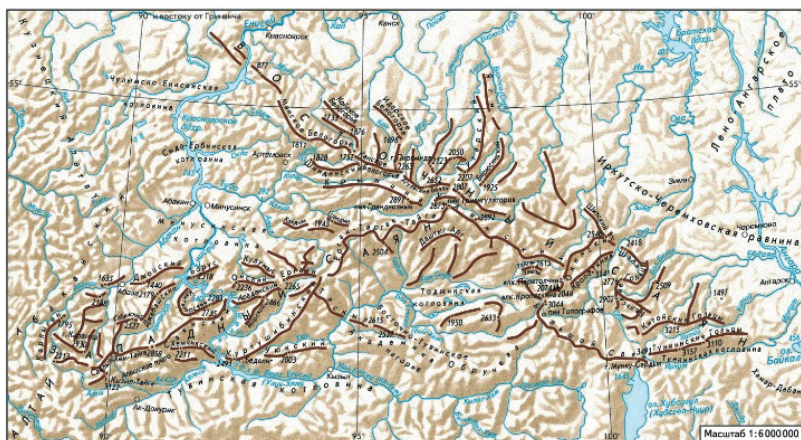


Рис. 1. Орографическая схема Саян

Климат на территории Саянской области континентальный, с холодной зимой и умеренно теплым в котловинах и прохладным летом в горах. На его региональные особенности влияет орографическое устройство поверхности. В межгорных котловинах наблюдаются высокие суточные и сезонные амплитуды температур и малое количество осадков (от 350 мм). Увлажнение горных хребтов может достигать 1200 мм. Различия в количестве осадков, которые получают склоны гор, обусловлены их экспозицией. Для подветренных склонов характерны фены, приход которых может повышать температуру воздуха на 5–10 °С. Вертикальные градиенты температур являются причиной смены с высотой типов растительного покрова.

В Чулымо-Енисейской, Июсо-Ширинской, Сыдо-Ербинской и Минусинской межгорных котловинах средние январские температуры воздуха колеблются от –16... –23 °С, с морозами до –50 °С. Климат Южно-Минусинской котловины близок климату Кузнецкой котловины, также резко континентальный, засушливый. Среднегодовая температура воздуха ниже, чем в Кузнецкой котловине (0–4 °С), средняя января — –19... –21 °С, июля — +18...+20 °С.

Годовое количество осадков здесь составляет 350–400 мм, за июль-август выпадает 50–60% годовой суммы осадков. Лето в котловинах теплое, со средними июльскими температурами +18...+19 °С, в наиболее жаркие дни температура повышается до +36...+38 °С. Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет 155–165 дней, а сумма активных температур — 1600–1800 °С.

В предгорьях зимние температуры на несколько градусов выше, чем в котловинах. В среднегорьях январские температуры составляют  $-20\ldots -26\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но могут опускаться до  $-30\ldots -36\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а в долинах — до  $-45\ldots -50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Летом температуры воздуха понижаются с высотой и на отметках 1000–1200 м они не превышают  $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Возможны заморозки. На высоте более 1600–1900 м средние июльские температуры не поднимаются выше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , осадки могут выпадать в твердом виде. Осадки северного наветренного склона Западного Саяна достигают 600–1200 мм, их большая часть приходится на теплое время года. На южных склонах количество осадков сокращается в два раза, а мощность снежного покрова не превышает 10 см [1].

Географическое положение и высота гор определили особенности спектра высотных поясов Саян, состоящего из степного, лесостепного, подтаежного, горно-таежного, субальпийского, альпийского, горно-тундрового и нивально-гляциального поясов [14]. Отличительной чертой спектра высотной поясности Саян является широкое развитие пояса бореальных лесов. Уникальность спектру высотных поясов придает пояс черневой тайги, образованный пихтой (*Abies sibirica*), кедром (*Pinus sibirica*), осиной (*Populus tremula*) и елью (*Picea obovata*) с широким развитием крупнотравья, вейников, папоротников и черничников [13]. Эти леса представляют собой барьерные ландшафты, формирующиеся в условиях избыточного увлажнения наветренных склонов гор.

Зональное положение Саянской физико-географической области отчетливо проявляется в ландшафтной структуре котловин. В Чулымско-Енисейской, Июсо-Ширинской, Сыдо-Ербинской и Минусинской межгорных котловинах преобладают степные ландшафты. К озерным котловинам и речным долинам низкогорий приурочены луга, травянистый покров которых нередко образует солончаковая растительность. Низкогорные участки, контактирующие с ландшафтами равнин и межгорных котловин, заняты подтаежными светлохвойными сосновыми, смешанными или вторичными березовыми лесами, с высотой переходящими в горно-таежные кедровые леса.

На северных склонах Восточного Саяна в верхней части горно-таежного пояса кедровые леса уступают место заболоченным и редкостойным лиственничным лесам, которые можно сравнить с лесотундровыми редколесьями. Почвы под ними торфяно-болотные или торфяно-перегнойные. На дренированных участках в напочвенном покрове лиственничных лесов растет ягель. На склонах с меньшим увлажнением в нижней части спектра высотных поясов преобладают светлохвойные сосновые, лиственничные и мелколиственные леса, которые

с высотой переходят в темнохвойные леса из кедра ели и пихты, с обилием таежных кустарничков, бадана и мхов.

На подветренных склонах Западного Саяна преобладают лиственничные леса и горные степи. Горно-таежные лиственничные леса в верхней части спектра переходят в кедровые леса с участием лиственницы и ели. В подлеске таких лесов произрастают багульник, брусника, голубика, психрофильные травы и бадан [13]. В условиях недостаточного увлажнения южного склона Западного Саяна степной пояс может подниматься до высоты 1500 м и переходить в ассоциации тундростепи и высокогорной тундры. На более увлажненных юго-западных и западных склонах Восточного Саяна преобладают пихтовые и пихтово-кедровые леса, которые поднимаются до высоты 1500–1800 м. Выше горно-таежные леса сменяются горными тундрами, чередующимися с субальпийскими и альпийскими лугами [17, 18]. На междуречьях средних течений рр. Амыла, Шадата, Тюхтета, Тайгиша встречаются болота. На пологих склонах преобладают сфагновые верховые болота. Во всех высотных поясах встречаются сообщества растений, населяющих скалы, каменистые осыпи и курумники.

В верхнем ярусе гор широко распространены подгольцовые редколесья, так как лимитирующими факторами распространения леса в избыточно влажных районах являются зимние ветры, достигающие скорости ураганов, высокое увлажнение (1500–1700 мм), низкие суммы активных температур. Редколесья и субальпийские луга встречаются в ярусе разреженных кедрово-пихтовых лесов, переходящие в кедровые (северный макросклон) и лиственничные (южный макросклон) редколесья. На северных склонах Восточного Саяна в верхней части горно-таежного пояса кедровые леса уступают место заболоченным и разреженным лиственничным лесам, представляющие собой аналоги лесотундровых редколесий.

Морфологическую структуру пояса, расположенного выше редколесий, образуют фрагменты горных тундр, кустарников, субальпийских и альпийских лугов, чередующихся с каменными россыпями. Альпийские луга приурочены к наиболее увлажненным ложбинам и не образуют сплошного пояса. Горные тундры распространены по всей высокогорной зоне Саян, на наиболее высоких вершинах они переходят в нивально-гляциальные комплексы.

Разнообразие спектров высотных поясов на территории Саянской области Алтае-Саянской горной страны определяет множество вариантов изменения их структуры под воздействием внешних факторов. Использование схемы физико-географического районирования [14] по-

звояет упорядочить информацию об изменениях структуры высотной поясности гор и установить закономерности ее перестройки. Взаимосвязи, установленные между значениями климатических характеристик высотных поясов гор Южной Сибири и типами растительного покрова, позволяют наметить основные тенденции изменения структуры высотных поясов в зависимости от изменения климатических сезонов годового цикла (таб.).

**Климатические показатели разных высотных поясов [22]**

| Высотный пояс        | Группа районов       | Абсолютная высота, м н. у. м. | Продолжительность периода с температур выше 10°C, дней | Сумма температур выше 10°C | Годовое количество осадков, мм |
|----------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Степной              | Недостаточно влажные | 800–1800                      | 135–83                                                 | 1550–600                   | 250–450                        |
|                      | Умеренно влажные     | 250–400                       | 122–120                                                | 2000–1800                  | 300–350                        |
| Лесостепной          | Избыточно влажные    | 300–350                       | 120–114                                                | 1900–1800                  | 550–580                        |
|                      | Умеренно влажные     | 400–800                       | 120–91                                                 | 1800–1300                  | 350–550                        |
| Светлохвойный лесной | Недостаточно влажные | 1200–2200                     | 107–74                                                 | 1050–300                   | 350–600                        |
|                      | Умеренно влажные     | 500–1500                      | 112–62                                                 | 1700–650                   | 400–800                        |
|                      | Влажные              | 700–1000                      | 82–72                                                  | 1400–1100                  | 750–950                        |
|                      | Избыточно влажные    | 350–400                       | 114–109                                                | 1800–1650                  | 580–950                        |
| Череневой            | Избыточно влажные    | 400–900                       | 109–77                                                 | 1650–1050                  | 950–1400                       |
| Темнохвойный лесной  | Недостаточно влажные | 1800–2200                     | 83–74                                                  | 600–300                    | 480–600                        |
|                      | Умеренно влажные     | 1100–1600                     | 76–58                                                  | 1000–600                   | 700–850                        |
|                      | Влажные              | 700–1500                      | 87–52                                                  | 1250–500                   | 750–1200                       |
|                      | Избыточно влажные    | 800–1300                      | 82–59                                                  | 1150–650                   | 1400–1500                      |
| Субальпийский        | Недостаточно влажные | 1800–2200                     | 83–74                                                  | 600–300                    | 480–600                        |
|                      | Умеренно влажные     | 1600–1900                     | 58–49                                                  | 600–350                    | 850–900                        |
|                      | Влажные              | 1500–1800                     | 87–52                                                  | 1250–500                   | 1200–1350                      |
|                      | Избыточно влажные    | 1300–1800                     | 59–43                                                  | 650–250                    | 1500–1650                      |
| Альпийский           | Недостаточно влажные | 2200–3000                     | 74                                                     | 700                        | 600                            |
|                      | Влажные              | 1800–2200                     | 43–32                                                  | 250–0                      | 1350–1450                      |
|                      | Избыточно влажные    | 1800–2100                     | 43–35                                                  | 250–0                      | 1650–1700                      |

*Результаты и их обсуждение.* Исследование многолетней изменчивости структуры климатических сезонов годового цикла (1900–2014 гг.), по данным метеостанций, расположенных в межгорных котловинах Саян и на прилегающих территориях, позволили заключить, что на территории Саянской физико-географической области наблюдается устойчивая тенденция сокращения продолжительности центральной фазы зимнего сезона годового цикла — «Значительно морозная зима» с температурами ниже  $-18^{\circ}\text{C}$  (рис. 2).

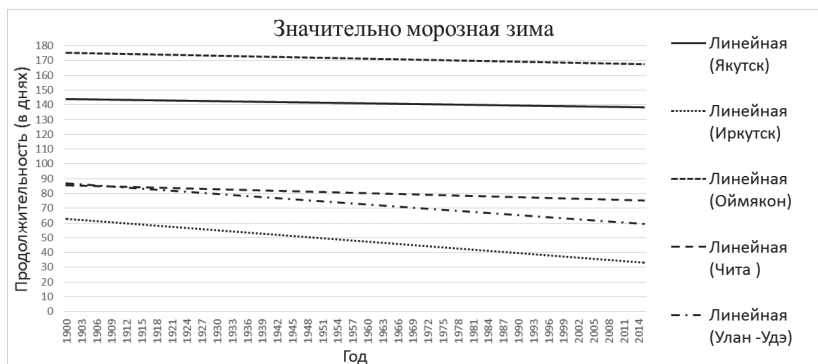


Рис. 2. Изменение продолжительности фазы «Значительно морозная зима», установленное по данным метеостанций континентальных районов Северной Азии с 1900–2014 гг. (Якутск, Иркутск, Чита, Улан-Удэ) и 1943–2005 гг. (Оймякон)

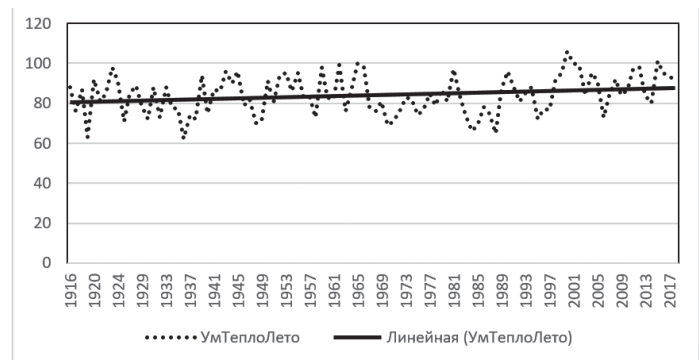


Рис. 3. Изменение продолжительности фазы вегетационной части годового цикла «Умеренно теплое лето», установленное по данным метеостанции Минусинск

Наблюдается также сокращение переходных сезонов годового цикла в среднем на 3–5 дней. Продолжительность фазы «Предлетье» и «Умеренно прохладное лето», на протяжении которых наблюдается первый пик формирования фитомассы в степях межгорных котловин Саян, увеличилась на 1–2 дня. Увеличилась также продолжительность «Умеренно теплое лето» с температурами выше +15°C на 10 дней (рис. 3). На протяжении этой фазы в межгорных котловинах Саян существенно замедляется вегетационный процесс и возрастает испаряемость.

С 1900 г. произошло уменьшение продолжительности фаз зимнего и осеннего сезонов годового цикла и увеличение продолжительности фаз летнего и весеннего сезонов годового цикла. Продолжительность вегетационного периода увеличилась в районе метеостанции Иркутск на 14 дней. Установленные тенденции изменения продолжительности сезонов и фаз годового цикла находят отражение в смещении границ высотных поясов и некоторой перестройке их ландшафтной структуры.

Изменения в нижней части спектра высотных поясов наблюдаются в Минусинской котловине, где происходит увеличение продолжительности вегетационного периода в основном за счет центральной фазы лета (умеренно теплое лето) в среднем на семь дней (см. рис. 3). В сочетании с высокими суточными и сезонными амплитудами температуры воздуха и малым количеством осадков это приводит к усилению экстремальности климата котловины. Нарастание теплообеспеченности в континентальных условиях, как правило, сопровождается увеличением влажности воздуха. Этот эффект усиливается наличием в верховьях Енисея водохранилищ, с поверхности которых испаряется влага, а выше плотины происходит подъем уровня грунтовых вод. На склонах, примыкающих к Саяно-Шушенскому водохранилищу, в растительном покрове степей возросла роль луговых и болотных ассоциаций [15]. В остепненных лесах наблюдается увеличение площадей и полноты насаждений лиственницы и сосны, что связывается с гумидизацией климата гор в последнее столетие [5, 6].

Ниже бьефа плотин в подтаежно-лесостепном поясе происходит снижение возобновления древесных пород, развивается ярус степных кустарников, в напочвенном покрове преобладают степные виды и мхи. А после верховых пожаров и вырубок остепненные леса сменяются степями.

На северном макросклоне Западного Саяна установлено появление молодых редкостойных насаждений из лиственницы и сосны [1]. Под пологом горно-таежных и подтаежных лиственничных лесов формируется ярус из темнохвойных пород. На месте вторичных березня-

ков и осинников восстанавливаются пихтовые леса с примесью кедра и ели. Установлено также, что при одновременном увеличении влажности и температуры воздуха верхняя граница леса в восточной части Западного Саяна повышается, а при их уменьшении понижается [16]. Доказана зависимость подъема верхней границы леса от роста майско-июньских температур и среднегодовых осадков [19]. Повышение летних температур на 1 °C способствует продвижению вверх подроста кедра на 150 м. В настоящее время происходит повышение среднегодовой температуры воздуха на западе и юге Саян на 1,2 °C, на востоке на 0,8 °C [1].

В горах Западного Саяна за период с 1890-х годов по 2005 г. установлено поднятие верхней границы леса на 160 м [8], а также отмечено возрастание роли кедровых лесов на территории Саяно-Шушенского биосферного заповедника [4, 5, 6]. В горах Западного Саяна зафиксировано продвижение подроста кедра в зону горной тундры [20], возрастание сомкнутости древостоев и трансформация стланиковой формы кедр в стволовую [7]. Исследования показали, что основной прирост площади кедрового стланника происходит в интервале высот 1600–1800 м [21], что может быть обусловлено сохранением тенденции потепления зим начиная с 1900 г. и сокращением холодно-снежной части годового цикла [1].

О расширении лесного пояса в нижней части спектра высотных поясов свидетельствует хорошая жизненность неморальных реликтов: *Anemone baicalensis*, *A. altaica*, *Waldsteinia ternata* и *W. tanzuibeica* в черневых лесах; *Brunnera sibirica* и *Galium odoratum* — в подтаежных, черневых и производных лесах; *Cruciata krylovii* — в коренных, производных лесах, а также в сообществах, произрастающих на границах ареала вида. Многим реликтам свойственно расширение фитоценотического ареала в направлении подтаежных (*Stachys sylvatica*, *Brunnera sibirica*, *Anemone altaica*, *Cruciata krylovii*), горно-таежных и субальпийских сообществ (*Brunnera sibirica*, *Anemone altaica*, *Cruciata krylovii*). Некоторые виды (*Cruciata krylovii*) встречаются в лесостепных фитоценозах [23]. Хорошая жизненность неморальных реликтов и развитие подроста темнохвойных пород в сосновых и лиственничных может послужить индикатором расширения лесного пояса в нижней части спектра высотных поясов.

В северо-западной части Восточного Саяна в поясе черневой тайги на границе с низкорослой светлохвойной подтайгой обнаружен подрост темнохвойных пород, идет замена сосны и лиственницы пихтой [9], а в бассейне р. Забит Восточного Саяна на контакте степного и таежного поясов установлено формирование криоаридной лесостепи,

сообщества которой могут достигать высоты 1700–1800 м при верхней границе леса 2000–2100 м [11].

*Вывод.* Начиная с начала прошлого века на территории Саянской области Алтае-Саянской горной страны произошло сокращение продолжительности и потепление зим, увеличение продолжительности вегетационной части годового цикла. На фоне увеличения влажности воздуха, возрастающей благодаря усилению испарения с поверхности озер и крупных водохранилищ, создаются благоприятные условия для расширения лесного пояса, сокращение площадей тундровых ландшафтов и ледников. Возрастает роль кедровых и темнохвойных лесов.

Повышение среднегодовой температуры воздуха и увеличение продолжительности фазы «умеренно теплое лето» в условиях орографической континентальности климата южных и восточных склонов приводит к активизации сообществ степного пояса в нижней части спектра высотных поясов и криоаридной лесостепи в его верхней части.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ и прогноз изменений климата в российской части Алтае-Саянского экорегиона и на приграничных территориях Казахстана и Монголии. М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018. 289 с.
2. Бочарников М. В. Эколого-фитоценотическая структура лесного покрова северного макросклона Западного Саяна // Лесоведение. 2015. № 1. С. 10–19.
3. Власенко В. И. Закономерности распределения растительного покрова Саяно-Шушенского биосферного заповедника // География и природные ресурсы. 1989. № 1. С. 40–45.
4. Власенко В. И. Состояние лесов Саяно-Шушенского биосферного заповедника // Лесоведение. 1996. № 4. С. 51–61.
5. Власенко В. И. Экосистемы гор Южной Сибири и их динамика в зоне воздействия крупного водохранилища // Сиб. экол. журн. 1997. Т. 4. № 4. С. 419–427.
6. Власенко В. И. Динамика лесных биогеоценозов охраняемых территорий гор Южной Сибири на их верхнем и нижнем пределах распространения // Krylovia. 2001. Т. 3. № 2. С. 21–34.
7. Им С. Т., Харук В. И., Двинская М. Л. Лесотундра в горах Западного Саяна и климатические тренды // International Exhibition and Scientific Congress. Apr. 2007. S. 59–156.
8. Истомов С. В. Современная динамика верхней границы леса в горах Западного Саяна // Актуальные вопросы изучения и охраны расти-

тельного покрова мира: труды заповедника «Тигирекский». Барнаул : Азбука, 2005. Вып. 1. С. 254–256.

9. Коновалова М. Е. Восстановительно-возвратная динамика лесных насаждений в низкогорных ландшафтах Восточного Саяна // Лесоведение. 2004. № 3. С. 44–50.

10. Огуреева Г. Н., Бочарников М. В. Оробиомы как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия горных территорий // Экосистемы: экология и динамика. Барнаул : ИВЭП СО РАН, 2017. Т. 1. № 2. С. 52–81.

11. Ошорова Б. В. К растительности долины р. Забит // Матер. конф. «Научный и инновационный потенциал Байкальского региона глазами молодежи». Улан-Удэ : Изд-во Бурятского госун-та, 2003. С. 41–42.

12. Ошорова Б. В. Пространственная организация растительности криофитной лесостепи Восточного Саяна (на примере бассейна р. Заби) : автореф. дисс. ... канд. наук. Улан-Удэ : Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2005. 21 с.

13. Поликарпов Н. П., Чебакова Н. М., Назимова Д. И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск : Наука, 1986. 225 с.

14. Самойлова Г. С., Авессаломова И. А., Снытко В. А. Концепция физико-географического районирования как обоснование региональной дифференциации трансграничных территорий гор Южной Сибири // Мир науки, культуры, образования. 2008. № 5 (12). С. 20–25.

15. Самбуу А. Д., Кальная О. И., Аюнова О. Д., Доможакова Е. А., Забелин В. И., Арчимаева Т. П. Экологический мониторинг Саяно-Шушенского водохранилища в степной зоне Тывы // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 1.

16. Смагин В. Н., Ильинская С. А., Назимова Д. И., Новосельцева И. Ф., Чередникова Ю. С. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск : Наука, 1980. 336 с.

17. Седельников В. П. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области. Новосибирск : Наука, 1988. 223 с.

18. Седельников В. П. Высокогорная растительность Алтае-Саянской горной области // Матер. Всерос. науч. конф. «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы». СПб., 2011. С. 387–391.

19. Телятников М. Ю., Шауло Д. И. Тенденция смещения границы леса и тундры в Алтае-Саянской горной области в позднем голоцене // Сиб. экол. журнал. 2005. № 6. С. 677–685.

20. Харук В. И., Двинская М. Л., Рэнсон К. Дж. Лиственничники Сибири и климатические тренды // Природа. 2006. № 8. С. 46–51.

21. Харук В. И., Двинская М. Л., Им С. Т., Рэнсон К. Дж. Древесная растительность экотона лесотундры Западного Саяна и климатические тренды // *Экология*. 2008. № 1. С. 10–15.

22. Чебакова Н. М., Поликарпов Н. П., Назимова Д. И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск : Наука, 1986. 225 с.

23. Ямских И. Е. Морфолого-генетический анализ ценопопуляций неморальных реликтов черневых лесов гор Южной Сибири : автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Томск : Том. гос. ун-т, 2015. 36 с.

## REFERENCES

1. Analiz i prognoz izmenenij klimata v rossijskoj chasti Altae-Sayanskogo ekoregiona i na prigranichnyh territoriyah Kazahstana i Mongolii. М. : Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF), 2018. 289 s.

2. Bocharnikov M. V. Ekologo-fitocenoticheskaya struktura lesnogo pokrova severnogo makrosklona Zapadnogo Sayana // *Lesovedenie*. 2015. № 1. S. 10–19.

3. Vlasenko V. I. Zakonomernosti raspredeleniya rastitel'nogo pokrova Sayano-SHushenskogo biosfernogo zapovednika // *Geografiya i prirodnye resursy*. 1989. № 1. S. 40–45.

4. Vlasenko V. I. Sostoyanie lesov Sayano-SHushenskogo biosfernogo zapovednika // *Lesovedenie*. 1996. № 4. S. 51–61.

5. Vlasenko V. I. Ekosistemy gor YUzhnoj Sibiri i ih dinamika v zone vozdejstviya krupnogo vodohranilishcha // *Sib. ekol. zhurn*. 1997. T. 4. № 4. S. 419–427.

6. Vlasenko V. I. Dinamika lesnyh biogeocenzov ohranyaemyh territorij gor YUzhnoj Sibiri na ih verhnem i nizhnem predelakh rasprostraneniya // *Krylovia*. 2001. T. 3. № 2. S. 21–34.

7. Im S. T., Haruk V. I., Dvinskaya M. L. Lesotundra v gorah Zapadnogo Sayana i klimaticheskie trendy // *International Exhibition and Scientific Congress*. Apr. 2007. S. 59–156.

8. Istomov S. V. Sovremennaya dinamika verhnjej granicy lesa v gorah Zapadnogo Sayana // *Aktual'nye voprosy izucheniya i ohrany rastitel'nogo pokrova mira: trudy zapovednika «Tigirekskij»*. Barnaul : Azbuka, 2005. Vyp. 1. S. 254–256.

9. Konovalova M. E. Vosstanovitel'no-vozvratnaya dinamika lesnyh nasazhdenij v nizkogornyh landshaftah Vostochnogo Sayana // *Lesovedenie*. 2004. № 3. S. 44–50.

10. Ogureeva G. N., Bocharnikov M. V. Orobiomy kak bazovye edinicy regional'noj ocenki bioraznoobraziya gornyh territorij // *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*. Barnaul : IVEP SO RAN, 2017. T. 1. № 2. S. 52–81.

11. *Oshorova B. V.* K rastitel'nosti doliny r. Zabit // Mater. konf. «Nauchnyj i innovacionnyj potencial Bajkal'skogo regiona glazami molodezhi». Ulan-Ude : Izd-vo Buryatskogo gosun-ta, 2003. S. 41–42.
12. *Oshorova B. V.* Prostranstvennaya organizaciya rastitel'nosti kriofitnoj lesostepi Vostochnogo Sayana (na primere bassejna r. Zabi) : avtoref. diss. ... kand. nauk. Ulan-Ude: Izd-vo Buryatskogo gosun-ta, 2005. 21 s.
13. *Polikarpov N. P., Chebakova N. M., Nazimova D. I.* Klimat i gornye lesa YUzhnoj Sibiri. Novosibirsk : Nauka, 1986. 225 s.
14. *Samojlova G. S., Avessalomova I. A., Snytko V. A.* Konceptiya fiziko-geograficheskogo rajonirovaniya kak obosnovanie regional'noj differenciacii transgranichnyh territorij gor YUzhnoj Sibiri // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. 2008. № 5 (12). S. 20–25.
15. *Sambu A. D., Kal'naya O. I., Ayunova O. D., Domozhakova E. A., Zabelin V. I., Archimaeva T. P.* Ekologicheskij monitoring Sayano-SHushenskogo vodohranilishcha v stepnoj zone Tyvy // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2012. № 1.
16. *Smagin V. N., Il'inskaya S. A., Nazimova D. I., Novosel'ceva I. F., Cherednikova Yu. S.* Tipy lesov gor YUzhnoj Sibiri. Novosibirsk : Nauka, 1980. 336 s.
17. *Sedel'nikov V. P.* Vysokogornaya rastitel'nost' Altae-Sayanskoj gornoj oblasti. Novosibirsk : Nauka, 1988. 223 s.
18. *Sedel'nikov V. P.* Vysokogornaya rastitel'nost' Altae-Sayanskoj gornoj oblasti // Mater. Vseros. nauch. konf. «Otechestvennaya geobotanika: osnovnye vekhi i perspektivy». SPb., 2011. S. 387–391.
19. *Telyatnikov M. Yu., Shaulo D. I.* Tendenciya smeshcheniya granicy lesa i tundry v Altae-Sayanskoj gornoj oblasti v pozdnem golocene // Sib. ecol. zhurnal. 2005. № 6. S. 677–685.
20. *Haruk V. I., Dvinskaya M. L., Renson K. Dzh.* Listvennichniki Sibiri i klimaticheskie trendy // Priroda. 2006. № 8. S. 46–51.
21. *Haruk V. I., Dvinskaya M. L., Im S. T., Renson K. Dzh.* Drevesnaya rastitel'nost' ekotona lesotundry Zapadnogo Sayana i klimaticheskie trendy // Ekologiya. 2008. № 1. S. 10–15.
22. *Chebakova N. M., Polikarpov N. P., Nazimova D. I.* Klimat i gornye lesa YUzhnoj Sibiri. Novosibirsk : Nauka, 1986. 225 s.
23. *Yamskih I. E.* Morfologo-geneticheskij analiz cenopopulyacij nemoral'nyh reliktoev chernevykh lesov gor YUzhnoj Sibiri : avtoref. diss. ... dokt. biol. nauk. Tomsk : Tom. gos. un-t, 2015. 36 s.

---

УДК 656.1 (571.150)

*М. А. Борисенко, С. Д. Маменов, Ш. Х. Найзабаева,  
И. Л. Самоделко*

---

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: maxi.borisenko@mail.ru, mamenov@mc.asu.ru, waxo\_94@mail.ru,  
ivansamod2000@mail.ru

## **ИСТОРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

*Аннотация.* В работе рассматриваются проблемы развития геоэкономического пространства Алтайского края. Целью исследования является выявление и анализ становления, развития и современного состояния транспортной системы данного субъекта федерации. Актуальность определяется необходимостью решения задач развития региональной экономики с учетом экономико-географических особенностей края, устойчивого развития и международного приграничного сотрудничества. Работа посвящена сравнительному анализу особенностей формирования и текущего состояния транспортной системы приграничных с Казахстаном районов.

*Ключевые слова:* Большой Алтай, Алтайский край, Восточно-Казахстанская область, приграничное сотрудничество.

*M. A. Borysenko, S. D. Mamenov,  
S. H. Naizabayeva I. L. Samodelko*

---

Altai State University, Barnaul, Russia E-mail: maxi.borisenko@mail.ru,  
mamenov@mc.asu.ru, waxo\_94@mail.ru, ivansamod2000@mail.ru

## **HISTORICAL FEATURES OF FORMATION AND CURRENT STATE OF TRANSPORT SYSTEM IN ALTAI KRAI**

*Abstract.* The paper deals with the problems of development of the geo-economic space of the Altai Territory. The purpose of the study is to identify and analyze the formation, development and current state of the transport system of a given subject of the federation. The relevance is determined by the need to solve the problems of developing the regional economy, taking into account the economic and geographical features of the region, sustainable development and international cross-border cooperation. The

work is devoted to a comparative analysis of the features of the formation and current state of the transport system of the regions bordering with Kazakhstan.

*Keywords:* Big Altai, Altai region, East-Kazakhstan region, cross-border cooperation.

**В**ведение. Экономическое развитие России и ее регионов невозможно без стабильной работы транспортных систем. Проведенное исследование позволит интегрировать современные данные о транспортной системе Алтайского края, что будет способствовать качественно новому уровню регионального анализа, как основы территориального планирования и управления территорией. Следует отметить, что до настоящего времени пока не разработаны универсальные методы транспортно-географического анализа и моделирования для развития управления транспортными системами. Необходима выработка методики такого анализа, создания концептуальных и информационных моделей транспортно-географических исследований. Анализ имеющейся литературы показал, что исследуемые вопросы находятся во многих концептуальных положениях отечественных и зарубежных ученых [7]. В этих работах исследуются вопросы транспортной инфраструктуры, территориальной организации путей сообщения, транспортных пунктов, коридоров и узлов, транспортно-экономических балансов, обеспеченности транспортом отраслей хозяйства и населения.

Процессы регионализации, протекающие в современном мировом сообществе, инициируют повышение роли регионов в системе международных связей и формируют транспортно-географический вызов, который можно рассматривать в качестве транспортно-географического потенциала. По мнению ряда исследователей, особую роль в оценке транспортно-географического потенциала играет транспортно-географическое положение.

В современной России социально-экономические преобразования отражаются на развитии городских и сельских поселений совместно с транспортными артериями, входящими в единую систему расселения людей и формирующие опорный каркас территории. Российская научная школа исследует межрегиональные связи в пространстве как межрайонный баланс обмена товарами. Движение потоков товаров позволяет получить пространственное видение территориальной структуры между различными районами и регионами. Однако для проведения исследований трансформации территориальной структуры хозяйства следует брать в расчет не только потоки товаров, но и движе-

ние населения между различными территориями, так как оно оказывает влияние на формирование и эволюцию социально-экономического пространства страны. Транспортное сообщение качественно отражает степень пространственного взаимодействия и уровень связности в районах разного уровня [8].

*Материалы и методы исследований.* В работе была использована система общенаучных (системный, описательный, математико-статистический, социологический, исторический и др.) и специальных географических методов. К последним относятся сравнительно-географический, районирование, типология, картографический, пространственного анализа, а также геоинформационные методы исследования с использованием программного обеспечения *ArcGIS* и *MapInfo*. Помимо этого, рассматривались космические снимки для анализа процессов запускания территорий и вывода из эксплуатации транспортных линий. Для получения результатов на каждом исследуемом уровне применялся полимасштабный подход (районный центр — город — муниципальный район — регион), что позволило отчетливо детализировать современную ситуацию, выявить неоднородности территории и повысить достоверность исследования.

Хронологические рамки исследования охватывают весь период русского заселения Алтайского края с акцентом внимания на постсоветский период времени. Наше исследование опиралось на статистические публикации Федеральной службы государственной статистики, сборники и бюллетени статистической службы государственной статистики по Алтайскому краю за 1990–2018 гг., собственные материалы полевых исследований и наблюдений, результаты интервью и экспертных бесед с представителями администраций, социальной сферы и сельского хозяйства, различные атласы Алтайского края и справочники пассажиров. Кроме того, в работе использовались сведения из опубликованных работ по вопросам взаимодействия транспортных сетей и систем расселения в России и зарубежных странах, а также данные из сети Интернет: официальная информация из министерств и управлений Алтайского края, материалы из публикаций в новостных газетах и журналах.

На основе частоты движения пассажирских видов транспорта, а также их количества и наполняемости, был рассчитан пассажиропоток по всем направлениям. Используя регулярные расписания движения транспорта, картографических и библиографических материалов, проведенных интервью были выявлены, проанализированы история и особенности транспортной сети Алтайского края. Кроме того, опи-

саны и объяснены изменения перемещения пассажиров в постсоветское время.

*Результаты и их обсуждение.* Соседство между Кузбассом и Восточным Казахстаном, а также Сибирью и Средней Азией, послужило развитию транспортной системы Алтайского края. Большее распространение она получила в лесостепной и степной природных зонах, преимущественно под влиянием крупнейших городов региона Барнаула и Бийска, к которым подходят основные транспортные артерии — автомобильные, водные, воздушные и железнодорожные [2].

Одним из первых видов транспорта на территорию Алтая пришло водное сообщение. Главные маршруты, по которым происходило заселение необжитых территорий, были связаны с реками, являющимися единственными путями проникновения в неосвоенные районы. Первые поселения возникали в долинах крупных рек — Обь, Алей, Чумыш и др. На рубеже XIX–XX вв. водный транспорт становится развитой системой перевозок грузов. В то время использование речных судов играло важную роль в развитии местной торговли.

В настоящее время, несмотря на короткий навигационный период и относительно невысокую скорость движения судов, водный транспорт активно используется в судоходстве, формируя и осуществляя важные потоки транспортировки грузов и пассажирского движения. Одним из явных плюсов этого вида транспорта является низкая себестоимость перевозок. Однако в последние годы произошло значительное уменьшение его доли среди всех основных видов транспорта, хотя в регионе находятся несколько судоходных рек — Обь, Катунь, Бия и Чарыш с общей длиной судоходных речных путей 779 км [2].

История мобильных дорог Алтайского края насчитывает свыше 300 лет. Первые гужевые дороги и тракты появились в XVIII в. На ранних этапах их строительство велось стихийно в условиях практически полного бездорожья, однако затем появлялись организованные дорожные пути. Первоначально они соединяли заводы и рудники. В 1720 г. к Кольвано-Воскресенскому заводу подходили три основные дороги: с южного направления от рудников; от пристани на р. Чарыш и от переправы через р. Обь, расположенной у устья р. Касмалы. В XIX в. было продолжено строительство дорог. Были проложены важные почтово-торговые тракты.

Большинство уездных трактов Томской губернии пролегало через Алтайский горный округ и его административный центр г. Барнаул. К ним относятся дороги Томск — Бийск, Томск — Кузнецк, Томск — Семипалатинск. К тому времени структура транспортной сети подразде-

лялась на почтовые тракты, торговые, скотопрогонные, земские и проселочные дороги. К началу XX в. в Алтайском округе было сосредоточено около 5,5 из 10 тысяч верст грунтовых дорог Томской губернии [1].

Перед началом Первой мировой войны на территории Алтая сформировалась густая сеть колесных дорог. Однако в период революций и Гражданской войны 1917–1922 гг. дорожная сеть Алтая была практически полностью разрушена. В то время классификация дорог подразделялась на пять разрядов — государственные, губернские, уездные, волостные и др. Основной каркас транспортных дорог начал заново формироваться в довоенное время. В первой половине прошлого столетия для осуществления торговых связей с Монголией была построена дорога, которая в настоящее время известна как Чуйский тракт [2].

После Великой Отечественной войны происходило увеличение протяженности сети автомобильных дорог. С 1941 по 1970 г. общая протяженность дорог увеличилась почти в два раза. Транспортная сеть возрастала в основном за счет дорог местного значения, что стало следствием роста внутрирайонных перемещений грузов и пассажиров [2].

В период освоения целинных и залежных земель для вывоза сельскохозяйственной продукции строительство дорог велось к железнодорожным станциям Заринска, Благовещенки, Поспелихи и Гилевки. В 70–80-е гг. прошлого столетия уже была сформирована опорная сеть автомобильных дорог. Основные транспортные артерии пролегли по направлениям Барнаул — Бийск, Барнаул — Рубцовск, Барнаул — Заринск, Алейск — Чарышское [1]. В то время длина сети автомобильных дорог равнялась 22 тыс. км.

Как правило, магистрали основной сети выполняют значительные административные, хозяйственные, культурные или транспортные функции межрайонного значения. В первую очередь к ним относятся Барнаул и Бийск и наиболее крупные центры районов [2].

В 2016 г. транспортная сеть Алтайского края составляла свыше 57 тыс. км, из которых почти 35% являлись дорогами с усовершенствованным покрытием. По протяженности автомобильных дорог регион занимает первое место в России. Структура транспортной сети состоит из дорог федерального, регионального и местного значения. К федеральным относятся магистрали Р-256 «Чуйский тракт» и А-349 «Змеиногорский тракт», с общей протяженностью 637 км.

На долю сети регионального значения приходится 14 автомобильных дорог с протяженностью свыше 16 тыс. км, из них 14,3 тыс. км — дороги с твердым покрытием. Среди них к наиболее важным относятся направления Новосибирск — Камень-на-Оби — Барнаул, Бийск —

Мартыново — Кузедеево, Пospelиха — Курья — Третьяково, Алейск — Родионо — Кулунда — Павлодар, Алтай — Кузбасс. Последняя группа — это дороги местного значения. Они самые протяженные и составляют почти 39 тыс. км, из них 22 тыс. км приходится на дороги с твердым покрытием [1]. В постсоветское время протяженность автомобильных дорог Алтайского края увеличилось незначительно, но за это время активно велось качественное совершенствование существующей транспортной сети: ряд дорог перешли из категории грунтовых в асфальтобетонные.

Железные дороги появились в Алтайском крае в начале XX в. после строительства в 1915 г. линии по маршруту Новосибирск — Барнаул — Семипалатинск, а также ветки из Барнаула в Бийск. Открытие Алтайской железной дороги, состоящей из 22 станций, позволило иметь постоянную связь с центральной частью страны, а также регионами Западной Сибири и Средней Азии [2].

До 30-х гг. прошлого века были введены в эксплуатацию участки в западной части края: Татарск — Славгород — Кулунда, из которой затем он был продолжен в Павлодар. Причиной строительства послужило освоение соляных месторождений и вывоз зерна. Чтобы обеспечить транспортные связи цветной металлургии в Рудном Алтае, в 1939 г. был проложен маршрут Усть-Каменогорск — Локоть. Изначально у двух появившихся веток отсутствовала связь между собой [2].

Для вывоза грузов из Кемеровской области, в основном каменного угля и леса, были спроектированы и построены Южно-Сибирская (1954 г.) и Среднесибирская (1957 г.) железнодорожные магистрали. Линия из Кулунды была продолжена до р. п. Малиновое озеро в Михайловском районе. В 70–80-е гг. прошлого столетия был осуществлен ввод линии на участке от ст. Малиновое озеро до ст. Локоть. Однако в 90-е гг. этот участок дороги был разобран и снят с эксплуатации [2].

В истории формирования железных дорог Алтайского края нами выделяется два этапа. К первому этапу относятся Туркестано-Сибирская магистраль и железная дорога Татарск — Кулунда — Павлодар, появившаяся до начала Великой Отечественной войны. После 1945 г. начался второй этап, во время которого появились Среднесибирская и Южносибирская магистрали, а также линии на юго-западе региона. К 1991 г. совокупная протяженность всех железных дорог равнялась 1800 км, однако в постсоветское время она уменьшилась до 1452 км [6].

Авиатранспорт из всех рассматриваемых видов для пассажиров появился самым последним. Воздушный транспорт в Алтайском крае ин-

тенсивно развивался в 1960–1980-х гг., имея значительный пассажиропоток в межрайонных и межрегиональных перевозках. В течение короткого времени авиасообщение получило большое значение во внутрикраевых авиaperевозках. В большинстве случаев для пассажиров были сформированы маршруты из городов и больших поселений в Барнаул, но также в наиболее отдаленные периферийные части. В расписании полетов существовали и межрайонные перелеты. Маршрутная сеть местных авиалиний состояла из аэропортов и аэродромов, построенных в 36 населенных пунктах, как правило, в большинстве городов и крупных районных центрах. В пассажирских авиaperевозках были задействованы самолеты Ан-2 и Л-410, а также несколько маршрутов обслуживал Як-40. Во многих населенных пунктах авиасообщение являлось единственным доступным видом транспорта в виду отсутствия железной дороги и судоходных рек, а также неудовлетворительного качества автомобильных дорог, в особенности в период осенней и весенней распутицы, половодья, когда села остаются отрезанными от прямого сообщения с соседними селами [4].

Однако уже в постсоветское время сфера авиaperевозок кардинально изменила свою структуру. Сильнее всего пострадал от политических и экономических преобразований внутри- и межрегиональный авиационный транспорт. Была полностью утрачена широкая сеть местных авиалиний, значительно сократились межрегиональные пассажирские перевозки. Пользование наземным транспортом в качестве альтернативы самолетов увеличило по сравнению с авиасообщением время доставки пассажиров в несколько раз. В настоящее время только пассажирские авиaperевозки из Барнаула в Москву могут соотноситься по объемам с советским периодом [4].

За последние 50 лет структура пассажиропотока не претерпела существенных изменений за исключением количества перевезенных людей. В 1970 г. структура пассажиропотока по основным видам транспорта выглядела следующим образом: автомобильный — 88,8% (182,7 млн человек), железнодорожный — 10,2% (20,6 млн человек). Оставшийся один процент распределялся на речной (0,8%) и воздушный транспорт (0,2%), которые в течение 1970 г. перевезли 1,6 и 0,4 млн пассажиров соответственно. Через 20 лет сохранилась такая же структура, однако объемы пассажиропотока значительно увеличились: автомобильный достиг 304,4 млн человек, железнодорожный — 30,9 млн человек [2]. Несмотря на увеличение автомобилизации и других причин, большинство пассажиров продолжают пользоваться автобусным сообщением. В 2016 г. им было перевезено 175 млн человек (94,9%). Количе-

ство личного автомобильного транспорта возросло с 76 до 276 автомашин на 1000 жителей в период между 1990–2015 гг.

Железнодорожный транспорт сохранил второе место в структуре пассажиропотока — 8,9 млн человек (4,83%). Воздушный и водный виды сообщения имеют, как и в советское время, незначительные доли перевозок пассажиров. Самолеты выбрало 387 тысяч пассажиров (0,21%), а внутренними речными судами воспользовалось только 115 тысяч человек (0,06%), это число в 13 раз меньше уровня достигнутого в 1990 г.

В целом полученные результаты и выводы данного исследования подтверждают, что в трансформации транспортной системы Алтайского края прослеживаются схожие с другими российскими регионами изменения в постсоветское время, хотя есть и ряд отличительных особенностей. Общие проблемы географии транспорта отражены в научных работах представителей смежных наук, к которым можно отнести географию, демографию, геоурбанистику, экономику, социологию, историю, градостроительство и др. [5, 6].

Постсоветские изменения конфигурации транспортной сети Алтайского края характеризуются уменьшением общей длины эксплуатации железных дорог и судоходных речных путей, а также практически полной утратой в воздушном сообщении сети местных авиалиний и значительном сокращении региональных пассажирских автобусных перевозок. Протяженность автомобильных дорог увеличилась незначительно, но за это время активно велось качественное совершенствование существующей транспортной сети и увеличение числа личных автомобилей. Из-за уменьшения протяженности транспортной сети и сокращения количества маршрутных перевозок увеличилось время доставки пассажиров до населенных пунктов Алтайского края с десятков минут до нескольких часов. Связность населенных пунктов, перемещение пассажиров, а также центры обслуживания и рабочих мест стали менее доступными публичным транспортом для жителей Алтайского края.

С распадом Советского Союза в географии железнодорожного транспорта произошли существенные изменения. После 1991 г. фиксируется сокращение протяженности железных дорог, находящихся в эксплуатации. В 2018 г. железные дороги продолжают выполнять важную экономическую роль, занимая второе место по перевозке пассажиров. К основным изменениям в постсоветское время относятся:

— положительное воздействие на демографическую ситуацию примагистрального расположения населенных пунктов: численность

населения городов и сельских поселений возросла или ее снижение осуществлялось медленнее, чем в остальных населенных пунктах края;

- сокращение маршрутов поездов дальнего следования, в частности следующих в среднеазиатские республики — Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан;
- уменьшение пассажиропотока пригородным транспортом и поездами дальнего следования;
- снятие с баланса железной дороги Малиновое озеро — Локоть, а также отсутствие в расписании в течение нескольких лет движения пассажирских поездов между Кулундой и Павлодаром;
- рост числа направлений пригородного сообщения, что объясняется заменой поездов дальнего следования на пригородные;
- сохранение количества маршрутов скорых поездов [5].

За прошедшие 30–40 лет изменились связи между территориями и произошла концентрация авиарейсов по многим направлениям. Все тенденции в Алтайском крае соотносятся с происходившими изменениями в сфере авиаперевозок и в других российских регионах. Среди современных преобразований структуры маршрутной сети авиатранспорта выделяется появление направлений в зарубежные страны, возникших после присвоения аэропорту Барнаула международного статуса. Выросло число направлений, следующих в аэропорты Москвы. На них приходится свыше 80% от всех пассажирских перевозок. Постсоветские тенденции трансформации структуры авиаперевозок Алтайского края можно соотнести с соседними сибирскими аэропортами и России в целом. 80% российских авиаперевозок выполняется через столичные аэропорты [3].

На межрегиональном уровне произошла утрата сложившихся в течение длительного времени сети соседских связей. На местном уровне пассажирские перевозки прекратились практически полностью, кроме авиарейса по маршруту Барнаул — Белокуриха. Свыше двадцати населенных пунктов, служивших местными узлами, перестали принимать авиарейсы и были выведены из регулярных авиаперевозок. Из-за утраты ранее существовавших авиасообщений произошло пространственное сжатие территории. В настоящее время пока имеются попытки только частичного восстановления малой авиации на территории Алтайского края [3].

В постсоветское время в структуре внутренних водных перевозок произошли изменения как в обороте пассажиропотока, так и в географии маршрутов. До распада Советского Союза существовало несколько пригородных и местных рейсов, охватывающих значительную часть

населенных пунктов, находящихся на берегах судоходных рек региона. В атласе Алтайского края за 1980 г. была отражена 51 речная пристань, из которых 12 являлись начальными пунктами отправления судов. Во все эти точки существовали регулярные пассажирские перевозки во время летней навигации — с мая по сентябрь. Основные пристани размещались в Барнауле и его пригорода. Крупный пассажирооборот также имели населенные пункты — Бобровка, Рассказиха, Бийск, Быстрый Исток и Камень-на-Оби. Сохранилось лишь три местных маршрута пригородного сообщения, из них два рейса осуществляются в южном направлении от речного порта Барнаул в Бобровку и Рассказиху, а один — в северо-западное, конечным пунктом которого является с. Кокуйское [2].

*Выводы.* Современное состояние региональной транспортной сети и регулярные пассажирские перевозки в Алтайском крае претерпели существенные изменения в постсоветское время. Проведенный анализ позволил выделить ряд особенностей формирования, развития и современного состояния транспортной системы Алтайского края.

Транспортная подсистема опорного каркаса расселения периферийного индустриально-аграрного региона после распада Советского Союза характеризуется уменьшением длины эксплуатируемых дорог, ликвидацией ее отдельных элементов, что способствует нарушению системы расселения региона и локальных систем, особенно на их периферии, а также приводит к дальнейшему углублению процесса поляризации.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас автомобильных дорог Алтайского края. Новосибирск : ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2007. 160 с.
2. Атлас Алтайского края. Т. 2: Население. Хозяйство. М. ; Барнаул : Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1980. 235 с.
3. Безруков Л. А. Транспортно-географическое положение микрорегионов Сибири: экономическая оценка и ее результаты: природно-ресурсный потенциал Азиатской России и сопредельных стран: геоэкономическое, геоэкологическое и геополитическое районирование. Иркутск : Изд-во ИГ СО РАН, 2004. С. 140–150.
4. Борисенко М. А. Авиатранспорт в Алтайском крае: современные изменения географии пассажирского сообщения // Географический вестник. 2019. № 3. С. 23–33.
5. Гольц Г. А. Транспорт и расселение. М. : Наука, 1981. 248 с.

6. Дунец А. Н., Исаев В. В., Рыгалова М. В., Колокольцев М. Г. Дороги Алтайского края: от первых верст до наших дней. Барнаул : Изд-во Алтайского гос. техн. ун-та им. И. И. Ползунова, 2017. 396.

7. Никольский И. В., Самойленко З. В. О картографической оценке транспортного обслуживания территории. Оценочные карты природы, населения и хозяйства. М. : Изд-во Московского ун-та им. М. В. Ломоносова, 1973. С. 193–199.

8. Тархов С. А. Изменение связности пространства России (на примере авиапассажирского сообщения). М. ; Смоленск : Ойкумена, 2015. 154 с.

## REFERENCES

1. Atlas avtomobil'nyh dorog Altajskogo kraja. Novosibirsk : FGUP «Omskaya kartograficheskaya fabrika», 2007. 160 s.

2. Atlas Altajskogo kraja. T. 2: Naselenie. Hozyajstvo. M. ; Barnaul : Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii pri Sovete Ministrov SSSR, 1980. 235 s.

3. Bezrukov L. A. Transportno-geograficheskoe polozhenie mikroregionov Sibiri: ekonomicheskaya ocenka i ee rezul'taty: prirodno-resursnyj potencial Aziatskoj Rossii i sopredel'nyh stran: geoeconomicheskoe, geoeologicheskoe i geopoliticheskoe rajonirovanie. Irkutsk : Izd-vo IG SO RAN, 2004. S. 140–150.

4. Borisenko M. A. Aviatransport v Altajskom krae: sovremennye izmeneniya geografii passazhirskogo soobshcheniya // Geograficheskij vestnik. 2019. № 3. S. 23–33.

5. Gol'c G. A. Transport i rasselenie. M. : Nauka, 1981. 248 s.

6. Dunec A. N., Isaev V. V., Rygalova M. V., Kolokol'cev M. G. Dorogi Altajskogo kraja: ot pervyh verst do nashih dnei. Barnaul : Izd-vo Altajskogo gos. tekhn. un-ta im. I. I. Polzunova, 2017. 396 s.

7. Nikol'skij I. V., Samojlenko Z. V. O kartograficheskoy ocenke transportnogo obsluzhivaniya territorii. Ochenochnye karty prirody, naseleniya i hozyajstva. M. : Izd-vo Moskovskogo un-ta im. M. V. Lomonosova, 1973. S. 193–199.

8. Tarhov S. A. Izmenenie svyaznosti prostranstva Rossii (na primere aviapassazhirskogo soobshcheniya). M. ; Smolensk : Izd-vo Ojkumena, 2015. 154 s.

*Т. С. Голубева, О. Н. Барышникова, Л. Л. Субботина,  
Е. Е. Коршунова*

---

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: golubevalv@inbox.ru, onb-olga@yandex.ru, subbota53@mail.ru,  
evgenia-ko95@yandex.ru

## **СТРАТЕГИЯ СОЗДАНИЯ ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦИОННОГО КАРКАСА ГОРОДСКОГО ОКРУГА БАРНАУЛА**

*Аннотация.* В статье рассматривается возможность создания рекреационного каркаса населенных мест на примере городского округа Барнаула. Предложено применить концепцию полицентризма планировочной структуры городов и метод функционального зонирования городских территорий. Приводится классификация рекреационных территорий по критерию времени их использования населением. Поднимаются проблемы организации рекреационных объектов выходного дня и отпускного цикла в пригородных зонах города. Обосновываются мероприятия, позволяющие оптимизировать процесс организации рекреационного каркаса города.

*Ключевые слова:* рекреационное зонирование, полицентрическая концепция, рекреационный каркас.

*T. S. Golubeva, O. N. Baryshnikova, L. L. Subbotina,  
E. E. Korshunova*

---

Altai State University, Barnaul, Russia E-mail: golubevalv@inbox.ru,  
onb-olga@yandex.ru, subbota53@mail.ru evgenia-ko95@yandex.ru

## **STRATEGY OF CREATING A NATURAL AND RECREATIONAL FRAMEWORK OF THE URBAN DISTRICT OF BARNAIL**

*Abstract.* The article discusses the possibility of creating a recreational frame of populated areas on the example of the urban district of Barnaul. It is proposed to apply the concept of polycentrism in the planning structure of cities and the method of functional zoning of urban areas. The classification of recreational territories according to the criterion of the time of their use

by the population is given. The problems of organizing weekend recreation facilities and vacation cycle in the suburban areas of the city are raised. Measures are substantiated that allow optimizing the process of organizing the recreational framework of the city.

*Keywords:* recreational zoning, polycentric concept, recreational framework.

**В**ведение. Актуальность исследования обусловлена снижением качества окружающей среды рекреационных зон городов, сокращением их площадей и нарушением целостности. Это происходит, несмотря на то, что необходимость организации мест отдыха населения закреплена в Градостроительном кодексе РФ [1]. К рекреационным объектам населенных мест могут быть отнесены объекты ландшафтной архитектуры общего пользования, особо охраняемые природные территории (ООПТ) и природные ландшафты пригородной зоны. Это могут быть городские леса, лесопарки, лесозащитные зоны, набережные, земли сельскохозяйственного использования и другие угодья, которые совместно с парками, садами, скверами и бульварами формируют систему открытых пространств. В городах более 50% территории, а в микрорайонах до 70% общей площади могут быть отведены под зеленые насаждения. Проблемой многих городов стало то, что их исторически сложившиеся пространства не всегда соответствует требованиям рекреации. С повышением мобильности горожан, передвигающихся на автомобилях, велосипедах, самокатах возникает потребность в создании единой системы рекреационных территорий значительной протяженности. Она, по аналогии с экологической инфраструктурой территории, может быть названа рекреационным каркасом. Рекреационный каркас города объединяет территории, предназначенные для развлечений и отдыха.

*Материалы и методы исследования.* Правовой основой создания рекреационного каркаса населенных мест являются положения Градостроительного кодекса РФ о том, что «в результате градостроительного зонирования могут определяться жилые, общественно-деловые, производственные зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур, зоны сельскохозяйственного использования, зоны рекреационного назначения, зоны особо охраняемых территорий...». В состав зон рекреационного назначения могут включаться территории, занятые городскими лесами, скверами, парками, городскими садами, прудами, озерами, водохранилищами, пляжами, береговыми полосами водных объектов общего пользования, а также иные участки, используемые для отдыха,

туризма, занятий физической культурой и спортом. Выделение рекреационных зон необходимо для полноценного функционирования города и его окрестностей, но нередко рост городов приводит к тому, что его рекреационные территории оказываются в окружении плотной жилой застройки или даже промышленных предприятий. Основой для практического решения подобных проблем могут послужить теории пространственного развития городов [2] функционального зонирования [3] и концепция полицентризма селитебных территорий [4].

В рамках теории пространственного развития городов сложились представления о том, что в процессе развития города приобретают линейную, решетчатую или радиальную структуру. Линейная планировочная структура складывается вдоль основной транспортной магистрали, конфигурация которой, как правило, обусловлена особенностями рельефа или гидрографии. Линейные структуры отличаются относительно равномерным распределением рекреационных зон вдоль всей протяженности города. Решетчатая или сетевая планировочная структура города отражает процесс относительно равномерного освоения пригородных зон городской инфраструктурой. Она образуется в результате сочетания центрической и линейной планировочных структур. В таких условиях на территории может возникнуть множество разобщенных рекреационных объектов.

Радиально-кольцевая, или концентрическая структура характеризуется наличием транспортных магистралей, связывающих центр и периферию города. При такой планировке по мере роста города рекреационные зоны нередко оказываются внутри административных и даже промышленных зон. При любой планировочной структуре города качество рекреационных объектов может обеспечиваться с помощью функционального зонирования территории.

Термин «функциональное зонирование» был сформулирован Т. Гарнье в 1903 г. Новизна этого понятия заключалась в ясном разграничении функций и процессов в городе и, как следствие, в новых приемах организации жилого пространства и транспортно-пешеходного движения. Т. Гарнье предложил пространственно обособить: жилье, труд, отдых, обучение и движение [3]. Под функциональной зоной он понимал территориальный ареал или совокупность ареалов распространения определенной городской функции. Требования компактности и связности на функциональную зону не распространяются.

Д. О. Толстихин и В. И. Соколова рассматривают функциональное зонирование как метод, основная цель которого — выделение в пределах города относительно однородных по природным особенностям

и техногенной нагрузке участков на предмет рационального хозяйственного использования земель с учетом геоэкологической ситуации [5].

По мнению автора [6], функциональное зонирование — это дифференциация территорий города по характеру использования, так как планировочная структура каждого города включает в себя административно-торговую, селитебную или жилую, промышленную и рекреационную зоны.

Процесс функционального зонирования опирается на анализ физико-географических условий территории и экономику городской среды. Как правило, выделенные зоны отображаются на схемах функционального зонирования внутригородских и пригородных территорий. Функциональная схема при этом учитывает историческое развитие города, природные условия, элементы территориального планирования городской среды, экологическую обстановку, актуальную численность населения, динамику его роста, и многие другие факторы.

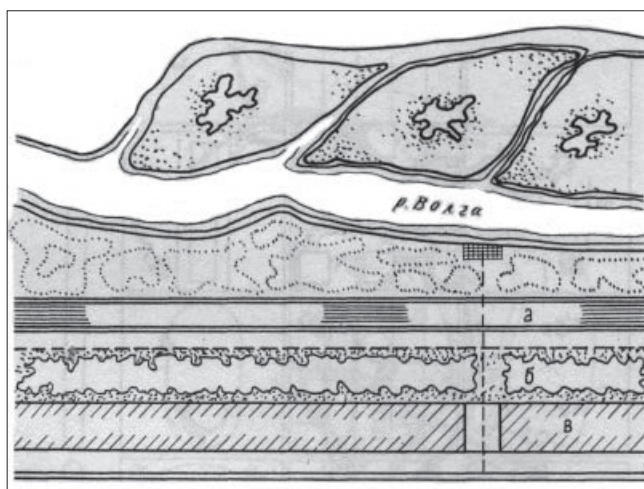


Рис. 1. Поточно-функциональная схема планировки города [7]:  
а — жилая зона; б — зеленая зона; в — производственная зона

Первый опыт функционального зонирования городов России относится к 1930 г., после выхода постановления «О работе по перестройке быта» [7]. Автор выступил с идеей зонального города и справедливо отмечал, что важнейшей проблемой в расселении является равномерное размещение производительных сил по всей территории страны с уче-

том природных ресурсов и потребностей народного хозяйства. Предложенная поточно-функциональная система построения города четко разграничивает все функции зонального города, где «наиболее разумно, рационально, целесообразно располагаются и увязываются между собой его основные части: промышленное и сельскохозяйственное производство, транспорт, энергетика, управление, быт, воспитание, учеба» (рис. 1). Также была предложена и концептуальная схема функционального зонирования города (рис. 2) [8].

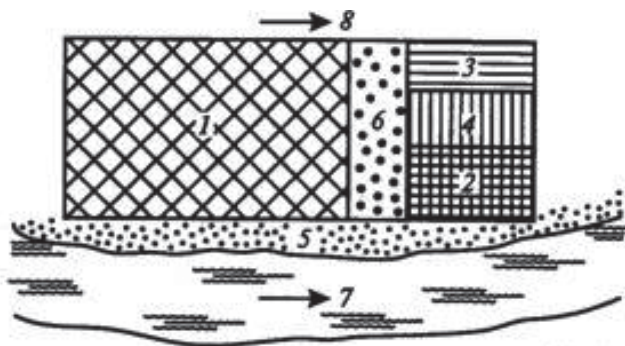


Рис. 2. Концептуальная схема функционального зонирования города [8]:  
1 — селитебная территория; 2 — промышленная зона; 3 — складская зона;  
4 — зона внешнего транспорта; 5 — зеленая зона отдыха; 6 — санитарно-  
защитная зона; 7 — направление течения реки; 8 — направление  
господствующих ветров за самый жаркий квартал (месяц) года

На каждой из схем прослеживается поясное зонирование — зонирование по интенсивности использования территорий, степени насыщенности ее различными функциями. Наиболее четко оно наблюдается в условиях радиальной планировочной структуры города. Центральная зона характеризуется наличием множества функций и представляет собой фокус общественной жизни города, отличается интенсивностью освоения территорий с высокой градостроительной ценностью. В срединной зоне плотность функций и интенсивность освоения меньше, чем в центральной зоне, но больше, чем на периферии. Периферия города ранее характеризовалась наименьшей плотностью населения и узким набором функций, связь с центром затруднена (расстояние, естественные или искусственные преграды), наименее интенсивно освоена, с низкой градостроительной ценностью. В настоящее время во многих городах в периферийной зоне размещаются многофункциональные торгово-развлекательные центры.

По этой причине нами предлагается различать понятия ближней и дальней периферии. В ближней периферии наблюдается интенсификация торговой и рекреационной деятельности. Отдаленная периферия по-прежнему отличается минимальным набором функций (пригородные территории).

Традиционно основной концепцией развития городов была концепция моноцентризма, когда все формы деловой, туристической, рекреационной активности концентрировались в центральной части, за которой следовало среднее и периферийное пространство, а развитие городов предполагало линейное иерархическое поглощение и расширение каждого из пространств. В результате обострения транспортных проблем и повышения масштабов маятниковой миграции существенно падает качество жизни в условиях городской среды и пригородной зоны. В этом случае города страдают от транспортных заторов и загрязнения воздуха, а пригородные зоны лишаются части налоговых поступлений, что сдерживает их развитие.

Основой решения данных проблем может послужить концепция полицентризма, возникшая еще в XX в. Она предполагает, что городское пространство формируется и развивается как множество относительно самодостаточных кластеров [3], максимально эффективно использующих в своей структуре естественные элементы окружающей природной среды, что придает каждому кластеру определенную индивидуальность, позволяет удовлетворить основные потребности горожан в занятости, потреблении, досуге. Особенно актуальным данный подход становится при планировании новых городов и районов, реконструкции и реновации существующих городских территорий.

В основу функционального зонирования территории городского округа Барнаула и прилегающих к нему территорий была положена схема поясного зонирования [6]. В этом случае главным критерием выделения зон является доступность центра города и интенсивность использования территории.

Существует типология рекреационных территорий по периодичности рекреационной деятельности — ежедневный отдых, отдых выходных дней недели и отпускного периода. Рядом авторов различают рекреационные пространства кратко- и долгосрочного использования, открытого или закрытого характера, организованные и стихийные [4]. Кроме того, в рамках функционального подхода выделяется лечебно-оздоровительное пространство, включающее в себя санатории, пансионаты, бьюеты, галереи, парки, базы отдыха и пансионаты, гостиницы, кемпинги, предприятия общественного питания; физкультур-

но-спортивное пространство, включающее физкультурные, спортивно-тренажерные сооружения, спортивные комплексы, площадки, бассейны; образовательно-познавательное пространство, включающее музеи, библиотеки, исторические и архитектурные памятники, этнографические объекты, этнические деревни, центры мастерства и ремесел, природные памятники, а также развлекательное пространство, включающее площади, театры, концертные залы, кинотеатры, клубы, парковые аттракционы и др. Использование подобных классификаций позволяет упорядочить структуру рекреационных зон разных частей города.

Суточный рекреационный период, характеризующий обычный трудовой день, состоит из нерабочего времени — до работы, во время обеденного перерыва и после работы. Длительность рекреационного периода после работы может достигать 4–5 часов. Наличие суточного рекреационного периода обуславливает создание в каждом из поясов рекреационного зонирования объектов ежедневного использования. Эти объекты должны находиться в определенной взаимосвязи и доступности. Ежедневные перемещения людей в свободное время рабочего дня не выходят, как правило, за пределы радиуса 1–2 км. Согласно нормативам градостроительного проектирования [9, 10, 11], время пешей доступности городских парков для жителей должно быть не более 20 мин, а парков планировочных районов — не более 15 мин.

Радиус ареалов рекреационной деятельности горожан в выходные дни расширяется до 100–200 км, так как часть времени выходного дня можно потратить на дорогу до рекреационного объекта. Стратегия организации пригородных рекреационных зон должна учитывать существенное возрастание рекреационных нагрузок на эти объекты в выходные дни. Рекреационные объекты ежедневного отдыха и выходного дня, следуя концепции полицентризма, должны быть представлены во всех зонах города.

Рекреационные объекты отпускного цикла и каникул обучающихся тяготеют к дальней периферии городов. Отпускной цикл занятий связан с наиболее продолжительным отрезком рекреационного времени — от 2 до 3 недель. Значительная часть людей проводит свой отпуск в санаториях, домах отдыха, на турбазах или на дачных участках.

Важное значение для выработки стратегии организации рекреационных зон имеет возрастной состав населения территории. Наибольшая продолжительность рекреационного времени наблюдается у детей и пенсионеров, а минимум — у трудящегося населения. Физические и экономические возможности выше у лиц трудоспособного воз-

раста, радиус их перемещений больше. В зависимости от возраста изменяются и рекреационные потребности. В детстве, отрочестве и молодости преобладает потребность в спортивно-оздоровительных и познавательных формах отдыха, в зрелом возрасте востребован оздоровительный тип рекреационной деятельности. В старости люди нуждаются в лечебно-оздоровительной рекреации, но радиус ежедневного отдыха у них больше, чем у работающих горожан и учащихся. Для молодых людей характерен наибольший радиус ареалов еженедельного отдыха, в современных условиях он существенно увеличился благодаря транспортным средствам (велосипеды, электросамокаты и пр.). В зимний и переходные сезоны года у всех групп населения происходит сокращение радиуса для всех циклов рекреации.

*Результаты и их обсуждение.* Город Барнаул имеет многовековую историю. В XVIII в. его развитие происходило в приустьевой части р. Барнаулки. С 1785 г. в рамках градостроительной реформы Екатерины II был составлен генеральный план города. На ранних этапах его формирования значительное внимание уделялось озеленению территории. В архивных фондах Алтайского края сохранился план барнаульского «Кабинетского аптекарского сада».

На плане Барнаульского сереброплавильного завода 1752 г., составленном Пименом Евсеевичем Старцевым, прослеживается озелененная часть плотины и два полисада около канцелярии завода. С середины XVIII в. до начала XIX в. формировался ансамбль Демидовской площади, площади Свободы [12]. Первоначально планировочная структура Барнаула складывалась как линейно-решетчатая, с течением времени она была дополнена элементами центрической структуры.

Современная планировочная структура города преимущественно сетевая. Она отражает процесс относительно равномерного освоения территорий, прилегающих к исторической части города. Приобская часть города в советское время отводилась для строительства промышленных предприятий, что ограничивало выход жилой застройки и рекреационных зон к р. Оби [12]. Это существенно снижало рекреационный потенциал восточной части города.

В современных условиях появляется возможность создания рекреационных территорий на месте постиндустриальных ландшафтов с выходом к долине Оби. В настоящее время развитие города происходит в западном, юго-западном и северо-западном направлениях. Формируются новые жилые кварталы, ведется точечная застройка центральной части города. Это приводит к изоляции большей его части от природного окружения, к увеличению расстояния между историческим цен-

тром и периферией города, к перегруженности основных транспортных магистралей.

Эти проблемы могут быть решены посредством функционального зонирования городского округа Барнаула и прилегающих к нему территорий, а также создания рекреационного каркаса, состоящего из крупных зеленых массивов и коридоров, соединяющих озелененные территории и оборудованных для нужд рекреации. Это не противоречит идее формирования природного каркаса города, так как рекреационная деятельность допускается на территории элементов экологической инфраструктуры населенных мест.

Для выделения поясов, характеризующихся разной степенью рекреационной активности, использовались карты транспортной сети, плотности застройки и пешей доступности рекреационных зон для жителей г. Барнаула [13]. В границах городского округа Барнаула было выделено четыре пояса с разным соотношением рекреационных объектов ежедневного отдыха, выходного дня и отпускного цикла. Исходя из средней плотности и возраста населения обосновывалась стратегия организации рекреационной деятельности в каждой из выделенных зон.

Центральная зона включает в себя территории города, прилегающие к большей части проспектов Красноармейский, Ленинский, Комсомольский и Калинина. На ее территории средняя плотность населения достигает около 8200 чел/км<sup>2</sup>. Рекреационные объекты этой зоны первоначально были созданы в промышленной зоне, в настоящее время они располагаются на территории туристического кластера «Барнаул — горнозаводской город». Рекреационные объекты середины XIX–XX вв. по-прежнему располагаются внутри жилой застройки, но существенно сократилась их площадь. В данной зоне располагается исторический центр города, с объектами культурного наследия. Здесь располагаются основные учебные и культурные заведения города. Основу рекреационного каркаса выполняют парки и скверы — Нагорный парк, парк Центрального района, скверы у кинотеатра «Мир», площади Советов и др.

На четвертой части территории этой зоны располагаются в 250 м от парков и относится к территории пешей доступности парков для медленно ходящего населения. Это пожилые люди, родители с детьми, граждане, которые предпочитают медленные прогулки. Время в пути до рекреационных объектов составляет не более 20 мин. Еще четверть территории этой зоны удалена от парков на расстояние до 700 м. Половина площади этой зоны удалена от парков на расстояние 750–1000 м, но остается вполне доступной среднескоростному и быстро ходящему населению, которое занимается спортивной ходьбой или бегом.



быть соединены пешеходными трассами, велодорожками и трассами для электросамокатов.

Данная зона характеризуется скоплением основных промышленных предприятий города. В ее состав входит Центральная и Северная промышленные зоны, представляющие собой источники загрязнения всего города. Некоторые жилые кварталы располагались непосредственно вблизи предприятий. Плотность населения в этой зоне изменяется от 5000 чел/км<sup>2</sup> и до 12000 чел/км<sup>2</sup>. По территории зоны проходят крупные транспортные магистрали — пр. Космонавтов, Павловский тракт, ул. Попова, ул. Юрина и др. Экологическое состояние этой территории напряженное, что во многом связано с отсутствием санитарно-защитной зоны вокруг предприятий-загрязнителей [15]. Узлами рекреационного каркаса этой территории могут послужить парки Юбилейный, парк «Солнечный ветер», «Арлекино», им. Ленина, Целинников, «Эдельвейс», сквер им. Целинников. Эти объекты практически соединены между собой аллеей, проходящей по ул. Г. Исакова. Коридорами могут послужить и пойменные ландшафты.

Только треть площади этой зоны относится к районам пешей доступности парков и лесопарков в 250 м. Большая часть территории располагается на расстоянии более чем 500–1500 м от зеленых зон. С территории данной зоны время достижения центра города составляет от 20 мин. до одного часа. Все это определяет необходимость развития собственных рекреационных центров ежедневного отдыха и выходного дня. Согласно действующим СНиП (Градостроительство), уровень озеленения территории застройки должен быть не менее 40%, а в границах территории жилого района — не менее 25% (включая суммарную площадь озелененной территории микрорайона). Размер территорий под зелеными насаждениями в микрорайоне корректируется в соответствии с этажностью застройки: 2–3-этажная — 19–15 м<sup>2</sup>/чел.; 4–5-этажная — 14–11 м<sup>2</sup>/чел., 6–8-этажная — 10,5–9 м<sup>2</sup>/чел.; 9–12-этажная — 8,5–8 м<sup>2</sup>/чел.; 16-этажная — 7 м<sup>2</sup>/чел. Вне зависимости от этажности под физкультурные и спортивные площадки отводятся озелененные территории из расчета 1,2 м<sup>2</sup> на одного жителя [16, 17]. Все лесопарки этой зоны нуждаются в присвоении им статуса особо охраняемых природных территорий.

Ближняя периферия включает в себя пос. Власиха, Борзовая Заимка, Затон, Казенная Заимка. Зона имеет значительную площадь. Проблемой развития этой территории является Власихинская промзона, оказывающая негативное экологическое воздействие, шумовое воздействие на близлежащие территории оказывает аэропорт. По территории про-

ходят транспортные магистрали, связывающие город с другими районами края, это Павловский и Змеиногорский тракты. Зона отличается малой плотностью застройки, менее 5000 чел/км<sup>2</sup>.

Ранее в правобережном планировочном районе, входящем в эту зону, планировалось строительство баз отдыха, лугопарка, спортивных площадок, гольф-клуба и вертолетной площадки. Из этих объектов реализован лишь проект грибного канала. Дальнейшая реализация проектных предложений затруднена высокой вероятностью затопления значительной части этого района.

Экологическое состояние ландшафтов здесь различно, от относительно удовлетворительного в районе ленточного бора, до критического в районе Власихинской промзоны и пос. Турина гора. Критическое состояние связано с атмосферным загрязнением от ТЭЦ-3 и расположенных на территории отстойников и свалок твердых бытовых отходов. Продукты загрязнения попадают в водные объекты и почвы. Зона включает в себя земли сельскохозяйственного пользования, земли лесного и водного фондов. Территория, свободная от лесных массивов, используется под пашни, пастбища, сенокосы. Основу рекреации составляет сосновый ленточный бор и пойменные ландшафты р. Оби.

Особенность этой зоны — наличие коллективных садов, которые являются объектами сезонной рекреации. Возможно создание лесопарков — благоустроенных лесов, насаждения которых частично разрежены или дополнены и организованы в систему парковых композиций, улучшающую рекреационные качества лесного ландшафта. Лугопарк — благоустроенный луг, растительность которого обогащена деревьями, кустарниками и цветами, улучшающими рекреационные качества лугового ландшафта. Хорошая база для организации массового отдыха. Курортный парк — территория, имеющая особо благоприятные природные условия и лечебные факторы, используемые для отдыха и лечения населения. Парк создан на месте бывших песчаных карьеров. Население часто используют его для занятия спортом, пешего туризма, скалолазания или резьбы по кости и дереву не только потому, что хотят активно провести свободное время, но и потому, что стремятся максимально сменить привычный характер деятельности, уйти от повседневности, испытать новые переживания. Важно сохранение ширины этой зоны, равной среднему диаметру застройки города по генеральному плану.

Дальняя периферия с ростом города может включить в себя территории пос. Павловск, Тальменка, Казачий, сс. Бобровка и Баюновские ключи. Она может расшириться до 35–50 км. Рекреационная емкость

пойменных, лесостепных и лесных ландшафтов этой зоны составляет от 23 чел/га/8 час до 60 чел/га/8 час. Особую ценность для развития рекреации имеют долины рр. Бобровка, Лосиха, Касмала, Повалиха и Барнаулка.

В Павловском районе уже имеются рекреационные объекты, предназначенные для отдыха детей в летний период («Дружба», «Колос»). Кроме того, необходимо организовать рекреационные территории, предназначенные для широкого круга отдыхающих, работающих круглогодично.

Одной из возможных рекреационных территорий может стать территория близ с. Чернопятово. Транспортная доступность от г. Барнаула здесь составляет от 30 минут до одного часа на автомобиле или общественном транспорте. Перспективной территорией для развития рекреации выходного дня может стать район с. Бобровка. В его окрестностях произрастают сосново-березовые леса, расположена протока Оби и оз. Сидоровка. Село связано с городом автомобильной дорогой, расстояние от которого составляет около 30 км, то есть транспортная доступность составляет около 30–40 минут. Поселок Казачий находится в живописной местности, где произрастает сосновый бор и протекает р. Повалиха и также есть искусственный водоем. На территории поселка уже имеется санаторий «Гренада». Здесь может быть создан комплекс рекреационных услуг для всех слоев населения круглогодичного использования. Это может быть исторический парк или парк-музей под открытым небом — территория, используемая для размещения типичных сибирских домов, предметов быта, разнообразных строений.

*Вывод.* Рекреационное зонирование территорий городских округов на примере г. Барнаула позволяет рационально использовать рекреационные ресурсы, сохранить объекты культурного наследия, сосредоточенные преимущественно в историческом центре города, и обособовать специализацию каждой из зон на оказании определенных видов рекреационных услуг.

Полицентрический подход к организации рекреационных зон городских округов и прилегающих к ним территорий позволяет обеспечить доступность объектов рекреации ежедневного пользования, выходного дня и отпускного цикла для широких слоев населения.

Создание единого рекреационного каркаса городского округа г. Барнаула позволяет сформировать системы рекреационных объектов с современными формами рекреационных пространств, связанных между собой прогулочными или экологическими тропами, веломаршрутами, трассами для электросамокатов и автомобилей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс РФ (ГР РФ) от 29.12. 2004 года № 190-ФЗ.
2. *Ерохин Г.П.* Основы градостроительства : конспект лекций. Новосибирск, 2009. 102 с.
3. *Гарнье Т.* (на основе изданий 1917 и 1932 гг.) Промышленный город: исследование строительства городов. Париж : Изд-во. П. Серс, 1988. 196 с.
4. *Десятниченко Д. Ю., Запорожан А. Я., Куклина Е. А.* Рекреационное пространство как объект управления инновационным развитием территорий города // Управленческое консультирование. 2017. № 9. С. 64–73.
5. *Толстихин Д. О. Соколова В. И.* Функциональное зонирование городской территории. Геоэкологическое обоснование // Геоэкология урбанизированных территорий: сб. трудов Центра практической геоэкологии / под ред. В. В. Панькова, С. М. Орлова. М. : ЦПП, 1996. 108 с.
6. *Ерохин Г.П.* Основы градостроительства. Новосибирск : Изд-во НГАХА, 2009. 102 с.
7. *Милютин Н. А.* Проблемы строительства социалистических городов: основные вопросы рациональной планировки и строительства населенных мест СССР. М. ; Л. : Госиздат, 1930. 84 с.
8. *Николаевская И. А., Горлопанова Л. А., Морозова Н. Ю.* Инженерные сети и оборудования территорий, зданий и стройплощадок. М. : Академия, 2005. 224 с.
9. СП 42.13330.2016 Свод правил градостроительство: планировка и застройка городских и сельских поселений.
10. Свод правил градостроительство: планировка и застройка городских и сельских поселений, а также Нормативы градостроительного проектирования Алтайского края. Утверждены Постановлением Администрации Алтайского края от 9 апреля 2015 г. № 129.
11. СП 475.1325800.2020 Парки: правила градостроительного проектирования и благоустройства.
12. *Старцев А. В., Тяпкин М. О., Тяпкина О. А.* История Барнаула. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2000. 330 с.
13. *Барышникова О. Н., Головин А. В., Субботина Л. Л.* Проблемы создания комфортной среды для жителей города Барнаул // География и природопользование Сибири. 2021. Вып. 28. С. 50–62.
14. Генеральный план города Барнаула. ФГУП Российский государственный научно-исследовательский и проектный институт урбанистики. СПб., 2007.

15. Рыбкина И. Д. Оценка экологического состояния административных районов города Барнаула // Ползуновский вестник. 2006. № 2–1. С. 235–241.

16. Нехуженко Н. А. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры. 2-е изд., испр. и доп. СПб. : Питер, 2011. 192 с.

17. Сокольская О. Б., Теодоронский В. С., Вергунов А. П. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2008. 224 с.

## REFERENCES

1. Gradostroitel'nyj kodeks RF (GR RF) ot 29.12. 2004 goda № 190-FZ.
2. Erohin G. P. Osnovy gradostroitel'stva : konspekt lekciy. Novosibirsk, 2009. 102 s.
3. Garn'e T. (na osnove izdaniy 1917 i 1932 gg.) Promyshlennyy gorod: issledovanie stroitel'stva gorodov. Parizh : Izd-vo P. Sers, 1988. 196 s.
4. Desyatnichenko D. Yu., Zaporozhan A. Ya., Kuklina E. A. Rekreacionnoe prostranstvo kak ob'ekt upravleniya innovacionnym razvitiem territorij goroda // Upravlencheskoe konsul'tirovanie. 2017. № 9. S. 64–73.
5. Tolstihin D. O. Sokolova V. I. Funkcional'noe zonirovanie gorodskoj territorii. Geoekologicheskoe obosnovanie // Geoekologiya urbanizirovannyh territorij: sb. trudov Centra prakticheskoy geoekologii / pod red. V. V. Pan'kova, S. M. Orlova. M. : CPG, 1996. 108 s.
6. Erohin G. P. Osnovy gradostroitel'stva. Novosibirsk : Izd-vo NGAHA, 2009. 102 s.
7. Milyutin N. A. Problemy stroitel'stva socialisticheskikh gorodov: osnovnye voprosy racional'noj planirovki i stroitel'stva naselennyh mest SSSR. M. ; L. : Gosizdat, 1930. 84 s.
8. Nikolaevskaya I. A., Gorlopanova L. A., Morozova N. Yu. Inzhenernye seti i oborudovaniya territorij, zdaniy i strojploshchadok. M. : Akademiya, 2005. 224 s.
9. SP 42.13330.2016 Svod pravil gradostroitel'stvo: planirovka i zastroyka gorodskih i sel'skih poselenij.
10. Svod pravil gradostroitel'stvo: planirovka i zastroyka gorodskih i sel'skih poselenij, a takzhe Normativy gradostroitel'nogo proektirovaniya Altajskogo kraja. Utverzhdeny Postanovleniem Administracii Altajskogo kraja ot 9 aprelya 2015 g. № 129.
11. SP 475.1325800.2020 Parki: pravila gradostroitel'nogo proektirovaniya i blagoustrojstva.
12. Starcev A. V., Tyapkin M. O., Tyapkina O. A. Istoriya Barnaula. Barnaul : Izd-vo AltGU, 2000. 330 s.

- 
13. *Baryshnikova O. N., Golovin A. V., Subbotina L. L.* Problemy sozdaniya komfortnoj sredy dlya zhitelej goroda Barnaul // *Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri*. 2021. Vyp. 28. S. 50–62.
14. General'nyj plan goroda Barnaula. FGUP Rossijskij gosudarstvennyj nauchno-issledovatel'skij i proektnyj institut urbanistiki. SPb., 2007.
15. *Rybkina I. D.* Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya administrativnyh rajonov goroda Barnaula // *Polzunovskij vestnik*. 2006. № 2–1. S. 235–241.
16. *Nekhuzhenko N. A.* Osnovy landshaftnogo proektirovaniya i landshaftnoj arhitektury. 2-e izd., ispr, i dop. SPb. : Piter, 2011. 192 s.
17. *Sokol'skaya O. B., Teodoronskij V. S., Vergunov A. P.* Landshaftnaya arhitektura: specializirovannye ob'ekty. 2-e izd., ster. M. : Akademiya, 2008. 224 s.

УДК 502.2 (571.1)

Т. А. Гуськова, В. С. Хромых

---

Томский государственный университет, г. Томск (Россия)  
E-mail: tataguskova@mail.ru, valery\_khromykh@mail.ru

## **ОСТРОВНЫЕ СЕВЕРНЫЕ ЛЕСОСТЕПИ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ (ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ЛАНДШАФТЫ, ДИНАМИКА)**

*Аннотация.* В статье рассматриваются особенности природы островных северных лесостепей юго-востока Западно-Сибирской равнины, история их возникновения и современное состояние. Утверждается, что в результате деградации подтаежных лесов здесь сформировались современные антропогенно-деградационные лесостепные ландшафты.

*Ключевые слова:* островная лесостепь, деградация леса, хозяйственное освоение, агроландшафты.

## INSULAR NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE SOUTH-EAST OF WEST SIBERIAN PLAIN (ORIGIN, LANDSCAPES, DYNAMICS)

*Abstract.* The article deals with the nature features of the island northern forest-steppes of the southeast of the West Siberian plain, the history of their origin and the current state. It is argued that as a result of the degradation of the subtaiga forests, modern anthropogenic-degraded forest-steppe landscapes were formed here.

*Keywords:* island forest-steppe, forest degradation, economic development, agricultural landscapes.

**В**ведение. Лесостепь — зональный ландшафт умеренного пояса, характеризующийся чередованием сомкнутых, преимущественно лиственных лесов на серых лесных (лесостепных) почвах и травянистых степей на черноземах, ныне большей частью распаханых. Лесостепные ландшафты имеют важнейшее значение для человека. Лесостепь является ареной хозяйственного освоения. Обширные преобразования природной среды привели к фрагментации растительного покрова, широкому распространению сукцессионных вариантов растительности, почти полному исчезновению коренных растительных сообществ, которые являются ценными объектами хозяйственного и научного исследования.

*Материалы и методы исследования.* На Западно-Сибирской равнине лесостепь занимает широтную полосу между 54 и 56° с. ш. и оканчивается у подножий Салаира в районе г. Новосибирска. Северная граница лесостепи хорошо очерчена климатически: вблизи ее происходит смена положительного баланса влаги на отрицательный. Это первая зона при движении с севера на юг, в которой испаряемость начинает превышать годовую сумму осадков. В ботаническом и почвенном отношении северная граница лесостепи обозначена южной границей ели и северным пределом сплошного распространения серых лесных почв.

Севернее зональной границы лесостепи располагается подтайга, природная зона, характеризующаяся господством сосново-мелколиственных лесов. Подтаежные насаждения отличаются от таежных раз-

реженностью, освещенностью, густым травяным покровом из злаков и разнотравья. Это самая южная полоса таежной зоны, наиболее освоенная в хозяйственном отношении — вырубленная, раскорчеванная и заселенная. Здесь располагаются значительные по площади «острова» лесостепей. На их территории чередуются то луговые степи, то остепненные луга, то участки березовых и сосново-лиственничных лесов на серых лесных глееватых почвах, а также на оподзоленных или выщелоченных черноземах. Значительная часть островных лесостепей распахана или используется в качестве пастбищ и сенокосов. Эти лесостепные участки имеют антропогенное происхождение и сформировались на месте сведенной жителями тайги. Об этом, в частности, свидетельствует наличие в таких местах вторично-подзолистых почв, формировавшихся некогда под лесным покровом. К таким островным лесостепным ландшафтам в пределах юго-востока Западно-Сибирской равнины относятся Кожевниковское Приобье, Мариинская провинция, Ачинское Причулымье и Красноярская лесостепь, сложность морфологического строения которых обусловлена хозяйственной деятельностью человека.

*Результаты и их обсуждение.* Лесостепь Кожевниковского Приобья имеет наименьшие размеры, в сравнении с другими изучаемыми островными лесостепями. Ее протяженность по крайним точкам с севера на юг — 93 км, а с запада на восток — 56 км. Таким образом, площадь лесостепи составляет 3,0 тыс. км<sup>2</sup>. Располагается она на Обь-Шегарском междуречье. С востока лесостепь ограничена поймой Оби. На севере граница проходит несколько севернее с. Кожевниково и тянется до слияния рр. Шегарки и Баксы. Затем граница идет в южном направлении по р. Бакса до слияния ее с р. Тоя. Далее граница проходит по правобережью р. Тоя до широты несколько южнее с. Базой. Здесь она узкой полосой шириной около 15 км смыкается с зональной лесостепью. Доля естественных групп урочищ составляет 45,3% от всей площади исследуемого района. Большую часть этой территории занимает слабоволнистая поверхность междуречной равнины с березовыми, березово-осиновыми, местами слабозаболоченными лесами, березовыми, березово-еловыми редколесьями, разнотравно-злаковыми и заболоченными лугами на серых лесных, серых лесных глеевых, дерново-глеевых, дерново-подзолистых, черноземных луговых почвах (20,8%). Участки, занятые агроландшафтами, составляют 53,3%.

Мариинская лесостепь располагается на Чулымской равнине, которая является юго-восточной окраиной Западно-Сибирской равнины. Мариинская лесостепь отличается наибольшими размерами сре-

ди исследуемых. С севера на юг в самой широкой части она протягивается на 110 км, с запада на восток — на 186 км. Площадь лесостепи — 15,5 тыс. км<sup>2</sup>. Северная граница Мариинской лесостепной провинции проходит по левобережью поймы Чулыма от с. Казанка до впадения р. Кии, далее вдоль рр. Кия, Тяжин и Итатка до Чулыма. Западная граница проходит вдоль отрогов Кузнецкого Алатау и его таежного продолжения на Томь-Яйском междуречье. С юга провинция ограничена северо-восточными таежными склонами Кузнецкого Алатау, на востоке р. Урюп условно отделяет Мариинскую лесостепь от Назаровской. На крайнем востоке границей провинции является Чулым, на правом берегу которого возвышается хр. Арга. Группы естественных урочищ занимают практически половину (57,7%) всей площади Мариинской лесостепи. Большую часть из них составляют волнистые расчлененные участки междуречной равнины с березовыми, березово-осиновыми лесами и лесными лугами на светло-серых, серых лесных и луговых почвах (16,2%). Исследуемая ландшафтная провинция характеризуется значительной антропогенной модификацией природно-территориальных комплексов. Среди антропогенных ландшафтов наиболее распространены площади, занятые агроландшафтами (41,2%).

Ачинская лесостепь является широтным продолжением Мариинской лесостепи. Как и последняя, она располагается между сплошных лесных массивов, где северная тайга соединяется с горной тайгой юга Сибири. С юга она ограничена хр. Арга. На западе граница протягивается приблизительно по меридиану западной оконечности указанного хребта, заходя немного севернее с. Тюхтет. Северная граница приблизительно совпадает с р. Тюхтет. Далее граница поднимается на север вдоль Чулыма. В Причулымье она достигает широты с. Бирилуссы. На востоке граница проходит по водоразделу между рр. Чулым, Кемчуг, Кытат до низовьев р. Большой Улуй и далее на юг вдоль правого берега этой реки. В своем субширотном простирании она имеет протяженность с севера на юг 90 км, с запада на восток 113 км. Площадь лесостепи составляет 5,3 тыс. км<sup>2</sup>.

На долю естественных урочищ приходится 65,2% от всей площади Ачинской лесостепи, что связано с широко представленными длинными комплексами. Наибольшую площадь территории из природных групп урочищ занимают полого-увалистые поверхности междуречной равнины с березовыми, березово-осиновыми лесами и колками, злаково-разнотравными лугами на серых лесных и черноземно-луговых почвах, редко с небольшими болотами на торфяниках (37,3%). Большая их часть расположена на правобережье меридионального

отрезка р. Чулым. Исследуемые геосистемы характеризуются значительной антропогенной модификацией. Здесь широко распространены сельскохозяйственные и селитебные ландшафты. Среди антропогенных комплексов наиболее представлены площади, занятые агроландшафтами (33,3%).

Красноярская лесостепь простирается с юга на север на 110–150 км, протяженность с запада на восток составляет не более 80 км. Основная территория Красноярской лесостепи расположена на крайнем юго-востоке Западно-Сибирской равнины по левобережью Енисея к северу от г. Красноярска. Западная граница идет через сс. Айтат — Михайловка — Хмелево — Межово — Тальское — Гляден — Еловая — Элита — Минино. На юге граница проходит по линии железной дороги до г. Красноярска. Наиболее приподнята и расчленена юго-западная предгорная часть лесостепи с абсолютными высотами 320–600 м [7], в центральных и северных районах отметки значительно снижены (до 260–220 м), рельеф более выположен. Площадь лесостепи составляет 5,4 тыс. км<sup>2</sup>. Естественные ландшафты занимают около 55% площади. Преобладают холмисто-увалистые поверхности междуречий с березовыми колками, осиновыми лесами и злаково-разнотравным лугами с серыми лесными почвами и выщелоченными черноземами. Почти все черноземы Енисейского Красноярья распаханы. В целом, площади, занятые агроландшафтами, занимают 43%.

Исследование пространственной структуры и динамики ландшафтов Кожевниковского Приобья, Мариинской провинции, Ачинского Причулымья и Енисейского Красноярья позволяет установить направление их развития в сторону лесостепных ландшафтов за счет трансформации, обусловленной интенсивным антропогенным воздействием. Для обоснования этого утверждения рассмотрим эволюционную динамику ландшафтов исследуемой территории. При этом особое внимание уделяется роли человека в формировании современного лесостепного облика распространенных здесь геосистем.

Голоцен характеризуется неоднократными и быстротечными сменами климата и растительности, на что указывает большое количество палеоботанических, палеогеографических и других данных. Эпоха раннего голоцена (13–12 тыс. лет назад) знаменуется потеплением климата и господством березовых лесов с елью и пихтой, вытеснивших распространенные до этого (последняя фаза зырянского оледенения) лесотундровые ландшафты [11]. Обнаруженные археологами позднелесостепные стоянки подтверждают в этот период факт начала заселения исследуемой территории, как и всей Западной Сибири [12]. В бореаль-

ный период (9–8 тыс. лет назад) лесостепная и степная зоны располагались еще за южными пределами всей Западно-Сибирской равнины. На исследуемой территории преобладали сосново-березовые леса [5]. Наиболее благоприятным по климатическим параметрам для произрастания древесной растительности стал атлантический период (8–5 тыс. лет назад). Так, климат на территории всей Западной Сибири в атлантический оптимум (6,0–5,5 тыс. лет назад) был значительно теплее современного [2]. Сосна и береза являлись лесообразующими породами. На песчаных почвах сформировались интразональные сосновые леса, существенно не изменившиеся в дальнейшем [5, 7]. Суббореальный период (5,0–2,5 тыс. лет назад) характеризовался сменой холодных и влажных фаз, чередующихся с потеплениями. Климат был схож с современным. На протяжении всего периода состав растительности изменялся вместе с колебаниями климата. Во время потеплений в составе лесов лидирующую роль приобретали широколиственные породы, такие как липа, дуб, вяз.

Около 4,5 тыс. лет назад постепенно нарастают суровость и континентальность климата — начинается эпоха похолодания [5, 7]. Вероятной причиной этого могло быть изменение циркуляции: усиливающееся действие Сибирского антициклона и меридиональной циркуляции атмосферы. Вторая половина суббореального периода (4–3 тыс. лет назад) отличается постепенным исчезновением широколиственных пород в лесах. Господствующими на изучаемой территории становятся березово-сосновые леса [13]. В этот период на территории современных Кожевниковской, Мариинской, Ачинской и Красноярской лесостепей обитали таежные охотничьи племена. Они были культурно схожи с населением таежных зон Оби, Иртыша, Енисея. Об этом дают право судить археологические находки эпохи бронзы (4–3 тыс. лет назад): бронзовые ножи, кинжалы, украшения, наконечники стрел и другое [3, 12]. В течение последних 2,5 тыс. лет субатлантического периода происходили неоднократные колебания климата. В лесоболотной зоне стало усиливаться заболачивание. Началось формирование современной ландшафтной структуры. Таким образом, зональные ландшафты Западно-Сибирской равнины имеют субатлантический возраст 2,0–2,5 тыс. лет [5].

Около 1,0 тыс. лет назад на планете, а также в Западной Сибири, отмечался малый климатический оптимум. Природные зоны постепенно начали принимать современное положение. В этот период на исследуемой территории произрастали березовые и сосново-березовые леса с примесью ели и пихты.

Кожевниковская лесостепь была заселена в этот период многочисленными группами тюркоязычного населения: чатских и обских татар, кочевавших вдоль Оби и ее притоков. Основными занятиями служили охота и скотоводство. На землях в верховьях рр. Шегарки и Баксы, проживали карагасы [4].

На территории современных Мариинской и Ачинской лесостепей, начиная с VIII в., проживали тюркоязычные чулымские татары, кочевавшие вдоль Кии, Чулыма и их притоков. Главным занятием служили охота и собирательство в лесу, а также рыболовство на реках. Земледелие проявлялось в зачаточных формах. Важнейшее значение охоты подчеркивал факт наличия почти в каждом мужском погребении богатого набора железных и костяных наконечников стрел различной формы. Кроме охоты равноценное значение имело звероловство, что подтверждается наличием в погребальном инвентаре топоров и ножей, использовавшихся для изготовления ловушек [3, 12]. На территорию Енисейского Красноярья в первые века нашей эры пришли предки кетоязычных народов — ассанов, коттов, калмажей, полностью исчезнувшие к началу XVIII в. Позднее в междуречье Енисея и Качи жили такие народы, как аринцы и качинцы под общим названием «красноярских татар». Перед приходом русских территория современного Красноярска входила в Езерское княжество енисейских кыргызов. Их поселение называлось «Кызыл-яр-Тура», то есть «город красного берега».

Усиление нагрузки на ландшафт неразрывно связано с эпопеей освоения Сибири русскими (начало и середина XVII в.). В начале освоения Сибири русскими (XVI–XVII вв.) первопроходцы продвигались, главным образом, по рекам. По суше они шли только в местах водораздела. По прибытии в новую местность первопроходцы начинали мирные переговоры с местным населением, предлагая присоединиться к царю и платить ясак — натуральный налог, как правило, пушницей. Переговоры не всегда оканчивались успешно. Тогда дело решалось военным путем. На землях местного населения устраивались остроги или просто зимовья. Там оставалась часть казаков для поддержания покорности племен и сбора ясака. В 1604 г. на берегу р. Томь казаки построили основной региональный форпост — Томский острог, с задачей противостояния енисейским киргизам. Для защиты Томского уездного острога вокруг него строятся несколько казацких засек и защитных острогов. В 1628 г. на левом берегу Енисея появился Красноярский острог. 8 сентября 1641 г. на правом берегу р. Чулым был заложен Ачинский острог. Появление русских людей на землях современного Кожевниковского района связано со строительством в 1684 г. Уртамского острога.

Первыми, кто основал свои заимки на Кожевниковской земле, были конные казаки Афанасий и Степан Кожевниковы и Иван Березовский.

Начиная с 1590 г., правительство издало ряд указов, которыми предписывалось отправлять из разных мест России в Сибирь «пашенных людей». По прибытии в Сибирь переселенцы получали льготы в виде отмены податей и некоторых повинностей. Своего хлеба в то время в Сибири было мало. Приходилось доставлять продовольствие из соседних губерний с Сибирью, что служило натуральной повинностью. Эта повинность носила название «сибирских отпусков», или «отпуска сибирских хлебных запасов» [1, 9]. Всех первоначальных поселений было недостаточно для удержания обширного завоеванного сибирского пространства. Поэтому правительство уже с середины XVII в. начало заботиться о колонизации территории и развития в нем хлебопашества. Эта колонизация началась в 1653 г. Однако это приводило к большим стычкам между русскими переселенцами и местными проживающими народами. Зачастую такие стычки приводили к пожарам, в результате которых «погибло» немало леса. Переселение уже в то время было не только обязательным, но и добровольным: находилось много охотников и целых семей, которые за разные льготы и освобождение от рекрутской повинности соглашались на добровольное переселение в Сибирь. Все переселявшиеся крестьяне делились на оброчных и пашенных. Пашенные за пользование землей должны были обрабатывать «Государеву пашню» по одной десятине и более с семьи. Оброчные платили в казну хлебом, отдавая пятую часть урожая [1, 6].

Другой причиной к скорейшему заселению была безлюдность вдоль главных трактов и речных путей, и, как следствие, трудности при перевозке провианта. Меры, предпринятые правительством для устранения этих неудобств, имели большое влияние на распределение прибывшего населения. Самыми плотно населенными стали территории, примыкающие к главному на тот момент тракту, ведущему из Европейской России в Сибирь, а также вдоль больших сибирских рек [6].

В 1698 г. на Московско-Сибирском тракте возникло русское с. Кийское. Постепенно оно наполнялось выходцами из Центральной России и Украины и к середине XIX в. состояло из 3,6 тыс. жителей. В 1856 г. поселение получило статус города и было названо в честь императрицы Марии Александровны, жены Александра II. Город Мариинск, расположенный на пути из России на Дальний Восток, считался важным транспортным и торговым узлом [10].

Быстрое увеличение населения и недостаток хлеба заставили поселенцев приняться за земледелие. Эта деятельность повлияла на мест-

ные народности, особенно татар, которые перешли на оседлый образ жизни и стали заниматься торговлей и скотоводством. Таким образом, нагрузка на геосистемы значительно возросла [6].

Хозяйство в Сибири велось не так, как в Европейской России. Под пашню здесь приходилось очищать землю из-под леса. Места, расчищенные от леса, называются тут «залогами», или «чищобами». Более мелкие деревья вырубались и сжигались на месте. Оставшиеся корни и пни высыхали и сгорали во время палов. Считалось, что с помощью палов можно избежать зарастания полей кустарниками и сорной травой и, кроме того, во время выжигания можно избавиться от вредных насекомых. Сгоревшие остатки травы и кустарников служили хорошим удобрением для почвы. Было принято пускать палы всем селом одновременно, но зачастую это делалось в одиночку. Крестьянин зажигал сухую траву и ехал домой, оставляя огонь без присмотра. Нередко огонь переходил на соседний лес, приводя к опустошительному лесному пожару.

До прихода русских леса на исследуемой территории практически не использовались. Из воспоминаний очевидцев известно, что леса были очень густыми и тут не было ни единого признака присутствия человека: «По этим местам можно пройти сотни верст и на всем расстоянии, по целым неделям, а иногда и целым месяцам не встречать ни малейшего признака человеческой жизни. Проложены по ним только охотничьи да звериные тропинки».

С началом колонизации Сибири лес начал активно вовлекаться в хозяйственное использование. Самым «полезным» деревом здесь считалась сосна: шла на постройку изб, дрова и различные приспособления в хозяйстве. Благодаря обилию леса на исследуемой территории начали активно развиваться разные лесные промыслы.

Таким образом, с развитием хозяйства лес начал активно истребляться. Однако наибольший вред начал наноситься лесу пожарами, возникавшими по небрежности человека: оставленный непогашенный огонь, неосторожно брошенная спичка или окурок. Пожары часто затягивались на целые недели, оставляя после себя пустыри.

Земледелие на исследуемой территории, несмотря на то, что по способу обработки земли находилось в младенческом состоянии, по относительному количеству производимого хлеба резко возросло. Отчасти это связано с тем, что число переселенцев для «обеспечения хлебом приисков» увеличилось. В связи с тем, что земледельцы этого периода пахали одни и те же поля 10 лет, а затем бросали и принимались за новые, пашни все более и более удалялись от населенных пунктов,

в особенности на север. Так что крестьяне вынуждены были строить себе «хутора», где оставались по несколько месяцев до окончания полевых работ. По словам очевидцев, распаханная и обработанная земля выделялась здесь среди лесов, как острова среди моря. Таким образом, на территории современной северной лесостепи началось смещение границы земледелия на север [6]. Однако стоит отметить, что, несмотря на значительные изменения за последние два столетия, вызванные распространением пашенного земледелия, в конце XIX в. здесь были распространены еще таежные ландшафты.

В XX в. человек стал вносить больше коррективов в ландшафт. Так, по причине строительства транссибирской железной дороги в 1893–1912 гг. в Западную Сибирь устремился огромный поток переселенцев. Комитет Сибирской железной дороги основал специальный фонд по содействию строительству дороги, а также заселению и промышленному развитию прилегающих к дороге территорий [10]. Больше площадей стало занято населенными пунктами, промышленными зданиями и др. Продолжалась вырубка леса: заготовка дров, сведение древесной растительности вдоль автомобильных дорог и линий ЛЭП. Увеличивалась площадь сельскохозяйственных угодий, в том числе пашни. Немаловажная роль в преобразовании ландшафтов этого периода здесь также отводилась пожарам, из-за которых были уничтожены огромные пространства хвойных лесов. Так, можно предположить, что в результате хозяйственного освоения человеком на исследуемой территории сформировались современные антропогенно-деградационные лесостепные ландшафты, как результат деградации подтаежных лесов. Естественная растительность сохранилась только в пределах замкнутых суффозионных западин, склонов балок, логов и речных долин.

*Выводы.* Исследуемая территория с полным правом может быть отнесена к северной лесостепи. В нашем исследовании при изучении геосистем мы придерживаемся взгляда, что при освоении Кожевниковского Приобья, Мариинской провинции, Ачинского Причулымья и Енисейского Красноярья бывшая таежная территория под влиянием хозяйственной деятельности человека преобразовалась в северную лесостепь.

Приведенный ландшафтно-экологический анализ северных лесостепей юго-востока Западно-Сибирской равнины показал, что это своеобразная в природном отношении территория. Причиной этому служит расположение районов исследования на рубеже зон тайги и лесостепи с накладывающейся интенсивной антропогенной нагрузкой, обусловленной сельскохозяйственной деятельностью. Дискуссионным являлся тип зональных ландшафтов, представленный в настоящее время.

По результатам проведенных исследований мы придерживаемся точки зрения, что геосистемы Кожевниковского Приобья, Мариинской провинции и Ачинского Причулымья и Енисейского Красноярья относятся к подзоне северной лесостепи и сформировались в результате трансформации таежных ландшафтов под воздействием хозяйственной деятельности человека.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Арефьев В. С.* Описание Сибири. Вып. 1: Географическое положение и природа Сибири: очерки для народного чтения. Томск, 1900. 106 с.
2. *Архипов С. А., Волков И. А., Волкова В. С.* Основные проблемы палеогеографии четвертичного периода юга Западно-Сибирской низменности // Основные проблемы изучения четвертичного периода. М. : Наука, 1965. С. 218–226.
3. *Ауэрбах Н. К.* Доисторическое прошлое Приенисейского Края. Красноярск: Издание Средне-Сибирского государственного географического общества, 1929. 19 с.
4. *Евсеева Н. С.* Изменение ландшафтов юга Томской области в процессе заселения и хозяйственного освоения // Вопросы географии Сибири. 1993. Вып. 19. С. 55–60.
5. *Евсеева Н. С., Жилина Т. Н.* Палеогеография конца позднего плейстоцена и голоцена (корреляция событий) : учебное пособие. Томск : Изд-во НТЛ, 2010. 180 с.
6. Енисейская губерния. Список населенных мест по сведениям 1859 года / обраб. Р. Мааком. М. : Центральный статистич. комитет МВД, 1864. 119 с.
7. *Зубаков В. А.* Палеогеография Западно-Сибирской низменности в плейстоцене и позднем плиоцене. Л. : Наука, 1972. 196 с.
8. *Кабанов А. А.* Краткий очерк рельефа Емельяновского района Красноярского края // Красноярский край. Красноярск : Изд-во КГПИ, 1965. С. 103–111.
9. *Козьмин Н. Н.* Заселение русскими Сибири в Московскую эпоху. Красноярск, 1917. 24 с.
10. *Крылов Г. В., Завалишин В. В., Козакова Н. Ф.* Исследователи природы Западной Сибири. Новосибирск : Новосибирское кн. изд-во, 1988. 352 с.
11. *Нейштадт М. И.* История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М. : Изд-во АН СССР, 1957. 404 с.
12. *Троицкая Т. Н., Новиков А. В.* Археология Западно-Сибирской равнины : учебное пособие. Новосибирск, 2004. 136 с.

13. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии (опыт трансконтинентальной корреляции этапов развития растительности и климата). М. : Наука, 1977. 200 с.

## REFERENCES

1. Arefiev V. C. Opisanie Sibiri. Vyp. 1: Geograicheskoe polozhenie i priroda Sibiri: ocherki dla narodnogo chteniya. Tomsk, 1900. 106 s.
2. Arkhipov S. A., Volkov I. A. Volkova V. S. Osnovnye problemy paleogeografii chetvertichnogo perioda yuga Zapadno-Sibirskoi nizmennosti // Osnovnye problemy izucheniya chetvertichnogo perioda. M. : Nauka, 1965. S. 218–226.
3. Auerbach N. K. Doistoricheskoe proshloe Prieniseyskogo Kraya. Krasnoyarsk : Izdanie Sredne-Sibirskogo gosudarstvennogo geograficheskogo obshchestva, 1929. 19 s.
4. Evseeva N. S. Izmenenie landshaftov yuga Tomskoi oblasti v processe zaseleniya i khozyaystvennogo ocvoeniya // Voprosy geografii Sibiri. 1993. Vyp. 19. S. 55–60.
5. Evseeva N. S., Zhilina T. N. Paleogeografiya konca pozdnego pleystocena i golocena (korrelyaciya sobytiy): uchebnoe posobie. Tomsk : Izd-vo NTL, 2010. 180 s.
6. Eniseyskaya guberniya. Spisok naselyonnykh mest po svedeniyam 1859 goda / obrab. R. Maakom. M. Centralnyi statistich. komitet Min-va vutrennikh del, 1864. 119 s.
7. Zubakov V. A. Paleogeografiya Zapadno-Sibirskoi nizmennosti v pleystocene i pozdnem pliocene. L. : Nauka, 1972. 196 s.
8. Kabanov A. A. Kratkiy ocherk reliefa Emelyanovskogo rayona Krasnoyarskogo kraya // Krasnoyarskii krai. Krasnoyarsk : Izd-vo KGPI, 1965. S. 103–111.
9. Kozmin N. N. Zaselenie russkimi Sibiri v Moskovskuyu epokhu. Krasnoyarsk, 1917. 24 s.
10. Krylov G. V., Zavalishin V. V., Kozakova N. F. Issledovateli prirody Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk : Novosibirskoye kn. izd-vo, 1988. 352 s.
11. Neustadt M. I. Istoriya lesov i paleogeografiya SSSR v golocene. M. : Izd-vo AN SSSR, 1957. 404 s.
12. Troickaya T. N., Novikov A. V. Arkheologiya Zagadno-Sibirskoi ravniny: uchebnoye posobiye. Novosibirsk, 2004. 136 s.
13. Khotinskii N. A. Golocen Severnoy Evrazii (opyt transkontinentalnoi korrelyatsii etapov razvitiya rastitelnosti i klimata). M. : Nauka, 1977. 200 s.

---

А. В. Егорина

---

Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова,  
г. Усть-Каменогорск (Казахстан) E-mail: av\_egorina@mail.ru

## **АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В УСЛОВИЯХ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНОГО ОРОГРАФИЧЕСКОГО БАРЬЕРА КАЗАХСТАНСКОГО АЛТАЯ**

*Аннотация.* В статье изложены результаты исследования связей орографии и атмосферных процессов в условиях внутриконтинентального динамического барьера Алтая, в частности, Казахской его части — Юго-Западного Алтая. Проведен анализ синоптического материала, рассмотрены закономерности циркуляции атмосферы. Выявлено, что во все холодные месяцы наблюдалась увеличенная повторяемость антициклонов. В летнее время картина распределения повторяемости циклонов и антициклонов сложнее, чем зимой. Летом над сушей количество дней с циклонами значительно больше зимних, примерно в 10 раз.

*Ключевые слова:* атмосферные процессы, орографический барьер, синоптические процессы, планетарная циркуляция, барико-циркуляционный режим, подстилающая поверхность.

---

A. V. Egorina

---

S. Amanzholov East-Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk (Kasakhstan)  
E-mail: av\_egorina@mail.ru

## **ATMOSPHERIC PROCESSES UNDER THE CONDITIONS OF THE INTRACONTINENTAL OROGRAPHIC BARRIER OF THE KAZAKHSTAN ALTAI**

*Abstract.* This article presents the results of a study of the relationship between orography and atmospheric processes under the conditions of the intracontinental dynamic barrier of Altai, in particular, its Kazakhstan part — Southwestern Altai. The analysis of the synoptic material was carried out, the regularities of the atmospheric circulation were considered. It was revealed that in all cold months there was an increased frequency of anticyclones. In summer, the distribution pattern of the frequency of cyclones and

anticyclones is more complicated than in winter. In summer, over land, the number of days with cyclones is much more than in winter, by about 10 times.

*Keywords:* atmospheric processes, orographic barrier, synoptic processes, planetary circulation, pressure-circulation regime, underlying surface.

**В**ведение. Региональные особенности синоптических процессов зависят от ряда факторов, влияющих на общий макроциркуляционный фон. Одни из них могут формироваться почти в течение всего года, другие — только сезонно. Атмосферные колебания в режиме циркуляции северного полушария существенно отражаются и на циркуляции, развивающейся непосредственно над Алтаем, Западной Сибирью и Казахстаном. Прежде всего, это сказывается на активизации западно-восточного переноса воздушных масс на континенте и приводит к усиленному поступлению влажных океанических масс воздуха в пределы Казахстана, а затем и на Алтай.

Существенное влияние на циркуляционный фон Алтая оказывает меридиональная преобразованная планетарная циркуляция. Она обуславливает на территории Алтая адвекцию теплых, из пределов Средней Азии и Казахстана, либо холодных арктических воздушных масс через Западную Сибирь, чаще всего с Таймыра. Таким образом, влияние самого континента, внутри которого глубоко расположен Большой Алтай, проявляется в формировании континентального умеренного воздуха из приходящих с запада атлантических и с севера арктических воздушных масс.

*Материалы и методы исследования.* Теоретической и методической основой данного исследования послужили справочные и фондовые материалы «Казгидромета» по Восточно-Казахстанской области, Западной Сибири, Новосибирской машиносчетной станции. Методы: расчетные, комплексного географического анализа, климатического картографирования и моделирования, обобщения.

*Результаты и их обсуждение.* Крупные формы планетарной циркуляции являются основными физическими состояниями общей циркуляции атмосферы, на их фоне развиваются более конкретные макро-синоптические ситуации. По утверждению М. Х. Байдала, синоптические ситуации под влиянием орографии, почвенных условий подстилающей поверхности и радиационных особенностей сезонов способствуют формированию региональных синоптических процессов [2].

Региональные особенности синоптических процессов зависят от ряда факторов, влияющих на общий макроциркуляционный фон. Одни из них могут формироваться в течение всего года, другие — только сезонно.

Исследования, посвященные анализу синоптических процессов над горными барьерами Казахской части Алтая и сопредельными с ним регионами, представлены работами [2, 3, 7, 10, 12], но их число не так велико. Наиболее фундаментально эти вопросы рассмотрены М. Х. Байдалом [2] для Казахстана, В. А. Бугаевым [4] для Средней Азии, В. В. Орловой [11] для Западной Сибири, К. И. Поповой и А. В. Егориной [8, 11] для Алтая.

Достаточно ценные сведения о закономерностях климата Казахской части Алтая содержатся в трудах [1, 8, 10, 16, 17, 18, 20].

Исследуемая территория занимает западную периферию Алтае-Саянской горной страны, ограничиваясь  $47^{\circ}$  и  $57^{\circ}$  с. ш. и  $81^{\circ}$  и  $87^{\circ}$  в. д. Мощный внутриконтинентальный орографический барьер Алтая с абсолютными отметками рельефа до 4600 м расположен на границе планетарного ранга, разделяющей великие равнины Евразии и Высокую Азию. Рельеф этой границы в пределах Юго-Западного Алтая представлен преобладанием широтного простираения главных хребтов, очень сложным сочетанием тектонических межгорных впадин, продольных долин и системой орографических узлов, от которых веерообразно в западном направлении отходят хребты. Многие вершины Южного Алтая поднимаются выше снеговой границы, то есть барьерными образованиями являются области ледникового рельефа и центры современного оледенения.

Горные барьеры в сравнении с равнинными территориями обуславливают различные ороклиматические эффекты, что определяется рядом причин, в первую очередь, высотной зональностью, а также расчлененностью рельефа, различной экспозицией склонов и др.

Высотная зональность проявляется не только в геоморфологических и нивально-гляциологических процессах, в разнообразных формах рельефа и климате, но и в стоке вод, почвах, растительности и животном мире.

Экспозиционный эффект более четко проявляется в среднегорье и низкогорье, широтно или субширотно протянутых горных системах. В высокогорье его роль менее заметна из-за господствующего в средних слоях тропосферы западно-восточного переноса.

Горный барьер Юго-Западного Алтая оказывает мощное климатическое воздействие, так как расположен в зоне западно-восточного переноса. Его пограничные хребты первыми встречают западные воздушные потоки, являясь серьезным препятствием на пути его продвижения. Воздушные массы, переваливая через горные барьеры, прежде всего влияют на метеорологический режим самих гор и сопредельных

территорий. Необходимо подчеркнуть, что процессы трансформации синоптических образований внутри горных стран изучены слабо.

В формировании климатических особенностей гор большую роль играет местная циркуляция. Механизм ее возникновения и влияния на метеорологический режим территории на сезонность климата гор и такие элементы, как испарение, затраты тепла на испарение, влагооборот и другие параметры также недостаточно изучены.

Другим важным фактором, создающим эффект барьерности, является сток вод. Юго-Западный Алтай — область, где формируется речной сток крупнейшей водной артерии — р. Иртыш. В горах создаются своеобразные условия накопления грунтовых вод [9]. Исследуемый регион характеризуется богатейшим биологическим и ландшафтным разнообразием экосистем.

В пределах Юго-Западного Алтая четко выделяются следующие орографические районы: Западный (Рудный) Алтай, Южный Алтай, Калбинский Алтай, примыкает к ним Саур-Тарбагатай. Между этими орографическими районами расположена обширная Зайсанская котловина.

Сложная плановая структура рельефа оказывает задерживающее и обостряющее влияние на развитие циркуляции атмосферы умеренного пояса (господство западно-восточного переноса). Перед обширнейшим орографическим барьером Высокой Азии происходит отклонение западного воздушного потока к северо-востоку, то есть высотные потоки стремятся обтекать Высокую Азию [18]. В связи с этим над северными и северо-восточными регионами Алтая, Казахстана и юго-востоком Западной Сибири часто образуется дельта планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ), что приводит к усилению циклонической деятельности на западной периферии горной страны. На холодных фронтах возникают волновые и частные циклоны, а также гущение траекторий барических образований.

С волновыми циклическими возмущениями связаны осадки, облачная погода и сильные ветры. Перед «стеною» гор циклоны отклоняются к северо-востоку, антициклоны — к юго-востоку, вызывая усиление западно-восточного переноса воздушных течений. Чаще всего в конце лета и начале осени между 49° и 52° с. ш. происходит быстрое нарастание осадков с приближением к горной стране и особенно — к центральным частям орографических узлов Алтая. Взаимодействие форм рельефа с циркуляцией атмосферы приводит к резкому усилению орографического эффекта и образованию осадков. Так как скорости переноса влаги увеличиваются с высотой, то и количество осадков в горной стране на наветренных склонах увеличивается в том же направлении.

Вертикальные градиенты атмосферных осадков близ орографических узлов в среднем за год достигают 100 мм иногда более на 100 м поднятия. К югу от Калбинского хребта и тектонической впадины р. Бухтармы резко уменьшаются скорости переноса воздушных масс, чаще наблюдаются потоки восточных румбов, с которыми связывается фёновый эффект (размыв облачности, понижение относительной влажности и уменьшение атмосферных осадков). То есть барьерное влияние склонов заключается в усилении или ослаблении циклонической деятельности (эффекты «барьерного подножия» и «барьерной тени»).

Тектоническая впадина р. Бухтармы является резкой климатической границей в пределах Юго-Западного Алтая. Она совпадает с «большой климатической осью материка» А. И. Воейкова и соответствует среднему положению оси западного отрога сибирского максимума. К северу от этой линии осадков в пределах региона выпадает в 2,0–2,5 раза больше, чем к югу от нее, что сказывается и на характере ландшафтов [7].

Циркуляция атмосферы является важнейшим климатообразующим фактором. Она определяет перенос воздушных масс, их трансформацию в результате взаимодействия с подстилающей поверхностью, а также процессы фронто-, цикло- и антициклогенеза. Каждый регион при этом имеет свое место в системе общей циркуляции атмосферы.

Климат Юго-Западного Алтая определяется глубоким внутриконтинентальным положением. По М. В. Тронову, Алтай — арена схождения климатов: резко континентального монгольского, климата степей и пустынь Средней Азии, Казахстана и континентального Западно-Сибирского [17].

Установлено, что в развитии циркуляции атмосферы проявляются периоды относительно устойчивой циркуляции, в течение которых барические образования сохраняют направление своего движения, а барические поля — свое географическое положение. Эти периоды получили название естественно-синоптических периодов (ЕСП), а циркуляционные процессы названий — элементарного циркуляционного механизма (ЭЦМ). Типизация ЕСП, степень их обобщения определяют размеры исследуемого региона и целевой установкой.

В наиболее обобщенном виде циркуляция атмосферы представлена в известных работах [5, 6, 14]. В зависимости от характера зонального потока и образующихся в нем меридиональных волн ими выделено три типа циркуляции: зональный (*W*) и два меридиональных (*E* — восточный и *C* — меридиональной циркуляции).

Вопросы региональной атмосферной циркуляции освещены в работах [3, 4, 10, 12, 11], где показано, что система общей циркуляции

атмосферы состоит из подсистем регионального ранга, включающих в себя типы (системы) локального характера. Региональные типы циркуляции конкретизируют проявление глобальных, являясь их подсистемами в условиях конкретных физико-географических особенностей территории.

Исходя из этих закономерностей, циркуляция атмосферы в исследуемом регионе не может быть рассмотрена вне связи с циркуляционным режимом над Алтаем и циркуляцией атмосферы в срединном секторе Евразии ( $60^{\circ}$ – $120^{\circ}$  в. д.). Данное положение обусловлено размерами барических образований (циклонов и антициклонов) и направленностью развития циркуляции атмосферы умеренного географического пояса как в пространстве (западно-восточный перенос), так и во времени (сезонная динамика процессов).

Над территориями, небольшими по сравнению со срединным сектором, главная роль в формировании пространственно-временных циркуляционных и климатических различий принадлежит отдельным процессам синоптического масштаба. При обобщении этих процессов учитывается преобладание над территорией циклонического или антициклонического режима в период действия конкретного ЭЦМ. При таком подходе взаимосвязанные синоптические и макромасштабные процессы не исключают друг друга, а наоборот, позволяют полнее характеризовать циркуляционные механизмы, уточняя их характер над исследуемой территорией [19].

На исследуемый регион обычно смещаются циклоны арктического и полярного фронтов, а также антициклоны, сформированные в умеренном, арктическом и реже — тропическом воздухе. Зимой вся территория Юго-Западного Алтая попадает под непосредственное воздействие западного отрога мощного азиатского антициклона (средняя мощность 1040 гПа). В многолетнем режиме он определяет погоднo-климатические условия зимнего сезона в регионе: слабые и умеренные ветры, большую повторяемость штилей, инверсии температуры воздуха.

В условиях малооблачной погоды и высокого альбедо подстилающей поверхности происходит углубление антициклона за счет интенсивного выхолаживания нижнего слоя атмосферы. Повторяемость антициклонального типа погоды составляет 70%. В годовой сумме процент осадков холодного периода относительно низок. Но благодаря проникновению циклонов с юга и юго-запада, в южных частях казахстанской части Алтая доля зимних осадков в общей годовой сумме выше, чем в северных. Проникновению влаги во внутренние части гор препятствует

барьерный эффект хребтов. Зимой он усиливается в связи с синоптическими условиями и барьерными влияниями.

*Выводы.* Развитие процессов атмосферной циркуляции происходит на фоне очень сложных орографических условий внутриконтинентального горного барьера в виде Алтае-Саянской области. Внутриконтинентальный барьер оказывает влияние как на планетарные, так и на синоптические системы циркуляции.

В поясе умеренных широт внутриконтинентальные климатические воздействия чрезвычайно разнообразны. Прежде всего, велико значение переноса воздушных масс с западной составляющей и прохождение циклонов с запада, особенно в зимний период, что вызывает значительные барьерные явления, различные в условиях секторов этого пояса.

Четким климатическим разделом в пределах Юго-Западного Алтая является «большая ось материка» А. И. Воейкова, которая соответствует среднему положению оси западного отрога сибирского максимума. Горы деформируют, изменяют или тормозят движение воздушных масс с юго-запада, запада и севера, что благоприятно для усиления ядер высокого давления [15].

Значительные высоты хребтов, обширность горных пространств, резко пересеченный рельеф способствуют трансформации поступающих воздушных масс, создают условия для оледенения горной страны. Эти характеристики указывают на взаимодействие экспозиционных факторов под влиянием барьерного и кулисного эффектов.

В континентальном секторе зимой в связи с развитием области высокого давления (западный отрог сибирского антициклона) усиливается депрессионно-барьерный эффект. Особенно он заметен в крупных понижениях и межгорных котловинах (Зайсанская, Маркакольская, Орловская, Чуйская, Курайская и др.). Там формируются «застойные» явления, резкая континентальность и засушливость ландшафтов. Весной и летом при прохождении циклонов над горными хребтами создаются эффекты: предвосхождения, склоновые, барьерной тени, развивается специфическая местная циркуляция (горно-долинные, склоновые ветры, фёны).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алюшинская Н. А.* Вертикальная зональность в распределении стока на территории Алтая // Уч. зап. ЛГУ. Серия: География. 1955. Вып. 46, № 199. С. 49–61.
2. *Байдал М-Х.* Комплексный микроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. Л. : Гидрометеиздат, 1961. С. 17–44.

3. Байдал М.-Х. Долгосрочные прогнозы погоды и колебания климата Казахстана. Л. : ГИМИЗ, 1964. 369 с.
4. Бугаев В. А., Джорджио В. А. Планетарная высотная фронтальная зона // Труды ЦИП. 1951. Вып. 25. С. 19–27.
5. Вангенгейм Г. Я. О колебаниях атмосферной циркуляции над северным полушарием // Изв. АН СССР. Серия: География и геофизика, 1948. № 3. С. 36–42.
6. Гирс А. А. Основы долгосрочных прогнозов погоды. Л. : Гидрометеиздат, 1960.
7. Егорина А. В., Попова К. И. Структура годового цикла осадков по эпохам циркуляции в пределах Юго-Западного Алтая. Барнаул, 1989. С. 34–42.
8. Егорина А. В. Барьерный фактор в формировании природной среды г. Барнаула, 2003. С. 68–85.
9. Климат Казахстана / под ред. С. А. Утешева. Л. : Гидрометеиздат, 1959. С. 46–59.
10. Климат Юго-Западного Алтая / под ред. А. В. Егориной. Усть-Каменогорск, 2002. 240 с.
11. Орлова В. В. Климат СССР. Западная Сибирь. Л. : ГИМИЗ, 1962. Вып. 4. 360 с.
12. Попова К. И. О циркуляции атмосферы над Алтаем в абляционный период // Гляциология Алтая. Томск : ГТУ, 1964. Вып. 4. С. 230–252.
13. Попова К. И., Лукина Н. Х., Егорина А. В. Барико-циркуляционный режим атмосферы над Алтаем и сопредельными территориями в теплый период // Гляциология Сибири. Томск, 1986. С. 12–58.
14. Погосян Х. П. Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы // Труды ЦИП. 1947. Т. 1 (28). С. 25–39.
15. Ревякин В. С. Внутриконтинентальный вариант гляциосферы Земли // Вопросы горной климатологии. Томск : ТГУ, 1977. С. 12–35.
16. Соседов И. С., Гальперин Р. И. Годовое количество осадков на территории Восточного Казахстана // Вопросы гидрологии Казахстана. Алма-Ата, 1963. С. 46–76.
17. Тронов М. В. Очерки оледенения Алтая. М. : Географгиз, 1949. 375 с.
18. Федоров Е. К. О влиянии атомных взрывов на метеорологические процессы // Атомная энергия. 1956. Вып. 55. С. 41–45.
19. Циркуляционные механизмы современных колебаний климата / отв. ред. К. В. Кувшинова. М. : Наука, 1987. С. 37–96.
20. Чубуков Л. А. Комплексно-динамико-климатологический анализ. Проблемы физической географии. 1948. Т. 13. С. 18–31.

## REFERENCES

1. *Aljushinskaja N. A.* Vertikal'naja zonal'nost' v raspredelenii stoka na territorii Altaja // Uch. zap. LGU. Serija: Geografija. 1955. Vyp. 46, № 199. S. 49–61.
2. *Bajdal M-H.* Kompleksnyj mikrocirkulacionnyj metod dolgosrochnyh prognozov pogody. L. : Gidrometeoizdat, 1961. S. 17–44.
3. *Bajdal M-H.* Dolgosrochnye prognozy pogody i kolebanija klimata Kazahstana. L. : GIMIZ, 1964. 369 s.
4. *Bugaev V. A., Dzhordzhio V. A.* Planetarnaja vysotnaja frontal'naja zona // Trudy CIP. 1951. Vyp. 25. S. 19–27.
5. *Vangengejm G. Ja.* O kolebanijah atmosfernoj cirkuljacii nad severnym polushariem // Izv. AN SSSR. Serija: Geografija i geofizika. 1948. № 3. S. 36–42.
6. *Girs A. A.* Osnovy dolgosrochnyh prognozov pogody. L. : Gidrometeoizdat, 1960.
7. *Egorina A. V., Popova K. I.* Struktura godovogo cikla osadkov po jepoham cirkuljacii v predelah Jugo-Zapadnogo Altaja. Barnaul, 1989. S. 34–42.
8. *Egorina A. V.* Bar'ernyj faktor v formirovanii prirodnoj sredy gor. Barnaul, 2003. S. 68–85.
9. *Klimat Kazahstana / pod red. S. A. Utesheva.* L.: Gidrometeoizdat, 1959. S. 46–59.
10. *Klimat Jugo-Zapadnogo Altaja / pod red. A. V. Egorinoj.* Ust'-Kamenogorsk, 2002. 240 s.
11. *Orlova V. V.* Klimat SSSR. Zapadnaja Sibir'. L. : GIMIZ, 1962. Vyp. 4. 360 s.
12. *Popova K. I.* O cirkuljacii atmosfery nad Altaem v abljacionnyj period // Sb. Gljaciologija Altaja, Tomsk : GTU, 1964. Vyp. 4. S. 230–252.
13. *Popova K. I., Lukina N. H., Egorina A. V.* Bariko-cirkulacionnyj rezhim atmosfery nad Altaem i sopredel'nymi territorijami v teplyj period // Gljaciologija Sibiri. Tomsk, 1986. S. 12–58.
14. *Pogosjan H. P.* Sezonnye kolebanija obshhej cirkuljacii atmosfery // Trudy CIP. 1947. T. 1 (28). S. 25–39.
15. *Revjakin V. S.* Vnutrikontinental'nyj variant gljaciosfery Zemli // Voprosy gornoj klimatologii. Tomsk : TGU, 1977. S. 12–35.
16. *Sosedov I. S., Gal'perin R. I.* Godovoe kolichestvo osadkov na territorii Vostochnogo Kazahstana // Voprosy gidrologii Kazahstana. Alma-Ata, 1963. S. 46–76.
17. *Tronov M. V.* Ocherki oledeneniya Altaja. M. : Geografiz, 1949. 375 s.
18. *Fedorov E. K.* O vlijanii atomnyh vzryvov na meteorologicheskie processy // Atomnaja jenergija. 1956. Vyp. 55. S. 41–45.

19. Cirkuljacionnye mehanizmy sovremennyh kolebanij klimata / otv. red. K. V. Kuvshinova. M. : Nauka, 1987. S. 37–96.

20. Chubukov L. A. Kompleksno-dinamiko-klimatologicheskij analiz. Problemy fizicheskoy geografii. 1948. T. 13. S. 18–31.

УДК 551.521:314.42 (571.150)

*И. Б. Колядо<sup>1</sup>, С. В. Плагин<sup>1,2</sup>, Б. Ю. Коновалов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Институт региональных медико-экологических проблем,  
г. Барнаул, Россия. E-mail: irmep@yandex.ru

<sup>2</sup>Новосибирский государственный медицинский университет,  
г. Новосибирск (Россия). E-mail: irmep@yandex.ru

## **СМЕРТНОСТЬ СРЕДИ ЖИТЕЛЕЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В 2020–2021 ГОДАХ, ПОДВЕРГАВШИХСЯ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ**

*Аннотация.* В Алтайском крае действует Алтайский медико-дозиметрический регистр. Он включает в себя информацию о состоянии здоровья лиц, подвергнувшихся радиационному воздействию в результате испытаний на Семипалатинском полигоне, а также других радиационных аварий и катастроф. Целью работы является получение актуальных данных о состоянии здоровья контингентов. В статье представлен анализ смертности основных контингентов за 2020–2021 гг. Выявлены основные причины смерти и особенности динамики смертности наиболее массовых контингентов регистра.

*Ключевые слова:* радиационное воздействие, регистр, здоровье населения, смертность, динамическое наблюдение.

*I. B. Kolyado<sup>1</sup>, S. V. Plugin<sup>1,2</sup>, B. Yu. Konovalov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Regional Medico-Ecological Problems,  
Barnaul, Russia. E-mail: irmep@yandex.ru

<sup>2</sup>Novosibirsk State Medical University,  
Novosibirsk (Russia). E-mail: irmep@yandex.ru

## **DEATH AMONG RESIDENTS OF ALTAI KRAI IN 2020–2021 EXPOSED TO RADIATION**

*Abstract.* The Altai Medical Dosimetric Register operates in the Altai Region. It includes information on the health status of persons exposed to radiation as a result of tests at the Semipalatinsk test site, as well as other radiation accidents and catastrophes. The purpose of the work is to obtain up-to-date data on the health status of the AMDR contingents. The article presents an analysis of the mortality of the main contingents for 2020–2021. The main causes of death and the peculiarities of the mortality dynamics of the most massive contingents of the register are revealed.

*Keywords:* radiation exposure, registry, public health, mortality, dynamic observation.

**В**ведение. За годы деятельности Семипалатинского испытательного полигона значительная часть территории Алтайского края и, соответственно, населения была в разной степени подвергнута радиационному воздействию [1, 3, 4]. В настоящее время каких-либо ограничений для проживания и занятия хозяйственной деятельностью в связи с радиоактивным загрязнением территории края не существует. Однако в крае проживает часть населения, которая в прошлом была подвергнута радиационному воздействию. Для определения медицинских последствий ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне на базе КГБУ «Научно-исследовательский институт региональных медико-экологических проблем» был создан Алтайский медико-дозиметрический регистр (АМДР). Этот регистр включал в себя жителей Алтайского края, подвергнувшихся радиационному воздействию в результате испытаний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, их потомков первого и второго поколений. Формирование АМДР осуществлялось в целях использования результатов обязательного специального медицинского наблюдения (диспансеризации) за состоянием здоровья зарегистрированных в нем граждан для оказания им адресной медицинской помощи, а также прогнозирования медицинских радиологических последствий, в том числе и отдаленных [2, 5].

*Материалы и методы исследования.* На начальном этапе в регистре состояли на учете три группы: лица, получившие в результате ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне суммарную эффективную дозу превышающую 25 сЗв; лица, получившие суммарную эффективную дозу больше 5 сЗв, но не более 25 сЗв, и потомки этих двух категорий первого и второго поколений.

В 2016–2017 гг. были внесены большие изменения в деятельности АМДР. Теперь в состав АМДР входит информация о жителях Алтайского края, подвергшихся радиационному воздействию в результате испы-

таний ядерного оружия на Семипалатинском полигоне, сведения о ликвидаторах последствий аварии на Чернобыльской АЭС, эвакуированных и выехавших из зоны отселения ЧАЭС, а также их потомков, данные на ликвидаторов последствий аварии на производственном объединении «Маяк», эвакуированных и выехавших из зоны отселения на р. Теча. Кроме того, на учете состоят ветераны подразделений особого риска. Основным источником информации о состоянии здоровья людей, состоящих на учете в АМДР, является целевая диспансеризация.

По состоянию на 31.10.2021 г. всего в АМДР в Алтайском крае состояло на учете 21488 человек, в 2020 г. — 21849 человек. Из всего спектра категорий учета в АМДР наиболее актуальны контингенты лиц, подвергшихся радиационному воздействию вследствие ядерных испытаний. Наиболее многочисленная категория в АМДР — это лица, получившие в результате ядерных испытаний эффективную дозу облучения от 5 до 25 сЗв. На 31.10.2021 г. их состояло на учете 15026 человек, в 2020 году — 15322 человека. Представителей категории учета «СИП25: более 25 сЗв», т. е. лиц, получивших в результате ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне эффективную дозу облучения больше 25 сЗв, на 31.10.2021 г. состоял на учете 4431 человек, в 2020 г. — 4476 человек. По категории «СИП-дети», т. е. потомки лиц из первых двух категорий в первом и втором поколениях на 31.10.2021 г. — на учете 354 человека, в 2020 г. — 355 человек.

Также относительно массово представлены такие категории, как «ЧАЭС: ОЛБ», т. е. лица, получившие в результате аварии на ЧАЭС острую лучевую болезнь, «ЧАЭС: ликвидаторы 86–87», т. е. ликвидаторы последствий аварии на ЧАЭС в 1986–1987 гг. и «ЧАЭС: потомки», т. е. потомки лиц, подвергнувшихся радиационному воздействию в результате аварии на ЧАЭС.

По категории учета «ЧАЭС: ОЛБ» на отчетную дату состояли на учете 445 человек, в 2020 г. — 449 человек. Лиц из категории учета «ЧАЭС: ликвидаторы 86–87» на 31.10.2021 г. состояли на учете 963 человека, в 2020 г. — 968 человек. Представителей категории «ЧАЭС: потомки» в 2021 г. был зарегистрирован 441 человек, в 2020 г. — 442 человека.

При анализе смертности лиц, состоящих на учете в АМДР в Алтайском крае, интенсивные показатели рассчитывались на 1000 лиц, состоящих на учете. Так как явление (случаи смерти) регистрировалось в течение всего года, то при расчетах использовалось среднегодовое число состоящих на учете (среднее из числа состоящих на учете на начало года и на конец года). Также рассчитывалась ошибка репрезентативности показателей ( $\pm m$ ). Достоверность различия показателей оце-

нивалась с помощью критерия Стьюдента (t). Различия считались достоверными при вероятности безошибочного прогноза  $P < 0,05$ .

*Результаты и их обсуждение.* Анализ показателей смертности всех лиц, состоящих на учете в АМДР, показал, что общий уровень их смертности имеет негативную динамику. Так, в 2020 г. уровень показателя составил  $16,3 \pm 0,9$  на 1000 состоящих на учете, а в 2021 г. он существенно увеличился до  $28,0 \pm 1,1\%$  ( $P < 0,001$ ).

Самой значимой причиной смерти в данной группе являются болезни системы кровообращения. В 2020 г. уровень показателя составил  $7,3 \pm 0,6\%$ , в 2021 г. он увеличился до  $12,6 \pm 0,8\%$  ( $P < 0,001$ ).

Второй по значимости причиной смерти являются новообразования. Динамика показателей также носила негативный характер. В 2020 г. уровень их показателя составил  $2,4 \pm 0,3\%$ , но в 2021 г. он вырос до  $3,8 \pm 0,4\%$  ( $P < 0,01$ ).

Третьей по значимости причиной смерти отмечены болезни органов дыхания. В 2020 г. уровень их показателя был равен  $1,3 \pm 0,2\%$ , а в 2021 г. он значимо поднялся до  $2,2 \pm 0,3\%$  ( $P < 0,05$ ).

Наименее распространенной из рассматриваемых причин смерти были травмы и отравления. В 2020 г. уровень их показателя составил  $0,1 \pm 0,07\%$ , в 2021 г. он несущественно повысился до  $0,2 \pm 0,1\%$  ( $P > 0,05$ ).

Анализ показателей смертности среди состоящих на учете по категории «СИП5: от 5 до 25 сЗв» выявил, что общий уровень их смертности имел негативную динамику. Так, в 2020 г. уровень показателя был равен  $15,5 \pm 1,0$  на 1000 состоящих на учете, а в 2021 г. он существенно повысился до  $29,5 \pm 1,4\%$  ( $P < 0,001$ ).

Самой значимой причиной смерти здесь являются болезни системы кровообращения. В 2020 г. уровень показателя составил  $7,4 \pm 0,7\%$ , в 2021 г. он существенно вырос до  $14,1 \pm 1,0\%$  ( $P < 0,001$ ).

Второй по значимости причиной смерти являются новообразования. В 2020 г. уровень показателя был равен  $1,9 \pm 0,4\%$ , но в 2021 г. он значимо возрос до  $3,4 \pm 0,5\%$  ( $P < 0,05$ ).

Третьей по распространенности причиной смерти являются болезни органов дыхания. В 2020 г. уровень показателя составил  $1,0 \pm 0,3\%$ , в 2021 г. он повысился до  $2,0 \pm 0,4\%$  ( $P < 0,05$ ).

Наименее значимой из рассматриваемых причин смерти являются травмы и отравления. Если в 2020 г. уровень показателя был равен  $0,1 \pm 0,1\%$ , то в 2021 г. он существенно вырос до  $0,3 \pm 0,1\%$  ( $P < 0,001$ ).

Анализ показателей смертности среди состоящих на учете по категории «СИП25: более 25 сЗв» позволил установить, что общий уровень их смертности имеет неблагоприятную динамику. Так, в 2020 г. уро-

вень показателя составил  $20,9 \pm 2,1\%$ , а в 2021 г. он значимо повысился до  $28,3 \pm 2,5\%$  ( $P < 0,05$ ).

Самой распространенной причиной смерти в данной группе являются болезни системы кровообращения. В 2020 г. их показатель был равен  $7,5 \pm 1,3\%$ , в 2021 г. он несколько вырос до  $10,2 \pm 1,5\%$  ( $P > 0,05$ ). Второй по значимости причиной смерти являются новообразования. В 2020 г. уровень показателя составил  $4,0 \pm 0,9\%$ , в 2021 г. он практически не изменился —  $5,3 \pm 1,1\%$  ( $P > 0,05$ ). Третьей по значимости причиной смерти являются болезни органов дыхания. В 2020 г. показатель был равен  $2,4 \pm 0,7\%$ , а в 2021 г. —  $3,3 \pm 0,9\%$  ( $P > 0,05$ ). Наименее распространенной из рассматриваемых причин смерти являются травмы и отравления. В 2020 и 2021 гг. случаев смерти по этим причинам зарегистрировано не было. По категории учета «СИП-дети» в течение исследуемого периода случаев смерти зарегистрировано не было.

Анализ показателей смертности среди состоящих на учете по категории «ЧАЭС: ОЛБ» показал, что их общий уровень смертности практически не изменился. Так, в 2020 г. уровень показателя составил  $32,8 \pm 8,3$  на 1000 состоящих на учете. В 2021 г. он несколько повысился — до  $39,5 \pm 9,1\%$  ( $P > 0,05$ ).

Самой распространенной причиной смерти в этой группе учета являются болезни системы кровообращения. В 2020 г. уровень показателя составил  $17,5 \pm 6,1\%$ , в 2021 г. он сохранился —  $17,5 \pm 6,1\%$  ( $P > 0,05$ ). Второй по значимости причиной смерти являются злокачественные новообразования. Динамика показателей имела негативный характер. Так, в 2020 г. уровень показателя составил  $6,6 \pm 3,8\%$ , а в 2021 г. он не существенно повысился до  $11,0 \pm 4,9\%$  ( $P > 0,05$ ). Далее по распространенности следуют болезни органов дыхания. И в 2020, и в 2021 гг. уровень показателей был равен  $2,2 \pm 2,2\%$  ( $P > 0,05$ ). В 2020 и 2021 гг. в данной группе учета случаев смерти от травм и отравлений не регистрировали.

Анализ показателей смертности среди состоящих на учете по категории «ЧАЭС: ликвидаторы 86–87» показал, что общий уровень их смертности не имел выраженной динамики. Так, в 2020 г. уровень показателя составил  $19,3 \pm 4,4$  на 1000 состоящих на учете, в 2021 г. он несколько возрос до  $24,5 \pm 4,9\%$  ( $P > 0,05$ ).

Наиболее распространенной причиной смерти здесь являются болезни системы кровообращения. В 2020 г. уровень показателя был равен  $10,2 \pm 3,2\%$ , а в 2021 г. он практически не изменился и составил  $12,2 \pm 3,5\%$  ( $P > 0,05$ ). Второй по значимости причиной смерти являются новообразования. В 2020 г. уровень их показателя был равен  $3,1 \pm 1,8\%$ , но в 2021 г. он значимо не изменился и был равен  $6,1 \pm 2,5\%$  ( $P > 0,05$ ). Да-

лее по распространенности следуют болезни органов дыхания. И в 2020, и в 2021 гг. уровень их показателя составил  $2,0 \pm 1,4\%$  ( $P > 0,05$ ). В 2020 и 2021 гг. в данной группе учета случаев смерти от травм и отравлений зарегистрировано не было. По категории учета «ЧАЭС: потомки» в 2020 и 2021 г. случаев смерти отмечено не было.

Одной из причин увеличений уровня смертности среди контингентов АМДР можно считать увеличение охвата наблюдением при диспансеризации в 2021 г. (46,0% от состоящих на учете). В 2020 г. этот показатель был меньше (41,2%) вследствие введенных в крае ограничений в связи с COVID-19, в частности с временной отменой проведения диспансеризации.

*Выводы.* 1. В 2021 г. число состоящих на учете в АМДР в Алтайском крае сократилось как в целом, так и по наиболее массовым категориям учета. В наибольшей степени уменьшилось число лиц, состоящих на учете в категории «СИП5: от 5 до 25 сЗв».

2. В 2021 г. уровень общей смертности по всем категориям учета АМДР в целом, а также по категориям «СИП5: от 5 до 25 сЗв» и «СИП25: более 25 сЗв» существенно увеличился. По всем категориям учета в целом и по категории «СИП5: от 5 до 25 сЗв» повышение уровней смертности отмечено и по всем анализируемым причинам смерти, кроме травм и отравлений. Среди всех остальных наиболее массовых контингентов АМДР в 2021 г. не выявлено существенного увеличения общей смертности и смертности от наиболее значимых контролируемых причин смерти.

3. В разных категориях учета уровень смертности разный. В 2020 и 2021 гг. наиболее высокие показатели смертности отмечены в категориях «СИП5: от 5 до 25 сЗв» и «ЧАЭС-ОЛБ». Самыми распространенными причинами смерти в целом по АМДР и в самых массовых категориях учета являются болезни системы кровообращения и новообразования. В категориях «ЧАЭС: потомки» и «СИП-дети» в 2020 и 2021 гг. случаев смерти не зарегистрировано.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шойхет Я. Н. и др. Иммунный статус населения, проживающего в районах экологического неблагополучия. Том 1. Иммунный статус населения в зоне влияния ядерных испытаний. Барнаул, 2007. 185 с.
2. Колядо И. Б., Плугин С. В., Коновалов Б. Ю. Деятельность регионального сегмента национального медико-дозиметрического регистра по Алтайскому краю / Достижения радиобиологии — медицине : матер. Межд. научно-практ. конф. Челябинск, 2018. С. 105–109.

3. Колядо И. Б., Плугин С. В., Трибунский С. И. Последствия влияния радиационного воздействия на территорию и население Алтайского края // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97. № 7. С. 609–617.

4. Колядо И. Б., Плугин С. В., Коновалов Б. Ю. Последствия ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне и новое в работе Алтайского медико-дозиметрического регистра // Аграрная наука — сельскому хозяйству : матер. XI межд. научно-практ. конф. Барнаул, 2016. Кн. 2. С. 296–297.

5. Колядо В. Б. и др. Потери здоровья жителей сельских населенных пунктов Алтайского края в зоне влияния ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Ретроспективная медико-демографическая оценка. Барнаул, 1998. 328 с.

## REFERENCES

1. *Shojhet Ya. N. i dr. Immunnyj status naseleniya, prozhivayushchego v rajonah ekologicheskogo neblagopoluchiya. Tom 1. Immunnyj status naseleniya v zone vliyaniya yadernyh ispytaniy.* Barnaul, 2007. 185 s.

2. *Kolyado I. B., Plugin S. V., Konovalov B. Yu. Deyatel'nost' regional'nogo segmenta nacional'nogo mediko-dozimetriceskogo registra po Altajskomu krayu // Dostizheniya radiobiologii — medicine : mater. Mezhd. nauchno-prakt. konf. Chelyabinsk, 2018. S. 105–109.*

3. *Kolyado I. B., Plugin S. V., Tribunskij S. I. Posledstviya vliyaniya radiacionnogo vozdejstviya na territoriyu i naselenie Altajskogo kraja // Gigena i sanitariya. 2018. T. 97. № 7. S. 609–617.*

4. *Kolyado I. B., Plugin S. V., Konovalov B. Yu. Posledstviya yadernyh ispytaniy na Semipalatinskom poligone i novoe v rabote Altajskogo mediko-dozimetriceskogo registra // Agrarnaya nauka — sel'skomu hozyajstvu : mater. XI mezhd. nauchno-prakt. konf. Barnaul. 2016. Kn. 2. S. 296–297.*

5. *Kolyado I. B. i dr. Poteri zdorov'ya zhitelej sel'skih naselennyh punktov Altajskogo kraja v zone vliyaniya yadernyh ispytaniy na Semipalatinskom poligone. Retrospektivnaya mediko-demograficheskaya ocenka.* Barnaul, 1998. 328 s.

---

УДК 504.062.2:502.3

А. А. Кусаинова<sup>1</sup>, О. В. Мезенцева<sup>2</sup>, Ж. А. Тусупбеков<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>Карагандинский технический университет, г. Караганда (Казахстан)

E-mail: aimarh@mail.ru

<sup>2</sup>Омский государственный педагогический университет, г. Омск (Россия)

E-mail: mezolga@yandex.ru

<sup>3</sup>Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина,

г. Омск (Россия). E-mail: gggkiovr@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ УВЛАЖНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Аннотация.* В статье исследовано влияние увлажнения территории на биологическую продуктивность в аридных условиях Северного Казахстана. Выполнен анализ и выявлена динамика коэффициента увлажнения и биологической продуктивности за 60 лет (1961–2020), разделенный на два периода — базовый и современный. Изменение биологической продуктивности непосредственно зависит от изменения увлажнения. Поскольку исследуемая территория является засушливой, то значения биологической продуктивности также имеют низкие показатели.

*Ключевые слова:* коэффициент увлажнения, биологическая продуктивность, температура воздуха, вегетационный период, базовый и современный период.

---

А. А. Kusainova<sup>1</sup>, O. V. Mezentseva<sup>2</sup>, Zh. A. Tusupbekov<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>Karaganda Technical University, Karaganda (Kazakhstan)

E-mail: aimarh@mail.ru

<sup>2</sup>Omsk State Pedagogical University, Omsk (Russia). E-mail: mezolga@yandex.ru

<sup>3</sup>Omsk State Agrarian University them. P. A. Stolypin, Omsk (Russia)

E-mail: gggkiovr@mail.ru

## **THE EFFECT OF HUMIDIFICATION OF THE TERRITORY ON BIOLOGICAL PRODUCTIVITY IN ARID CONDITIONS**

*Abstract.* The article examines the effect of humidification of the territory on biological productivity in arid conditions of Northern Kazakhstan. The analysis was carried out and the dynamics of the coefficient of moisture and biological productivity for 60 years (1961–2020), divided into two periods — basic and modern. The change in biological productivity directly depends on

the change in moisture. Since the studied area is arid, the values of biological productivity also have low indicators.

*Keywords:* humidification coefficient, biological productivity, air temperature, vegetation period, basic and modern period.

**В**ведение. Существенным фактором оптимальности условий земледелия является увлажненность территории, которая определяется соотношением тепла и влаги. Чем выше температура воздуха, тем больше испаряемость и, соответственно, меньше коэффициент увлажнения. Снижение коэффициента увлажнения приводит к усилению аридизации территории.

Ключевым параметром определения биологической продуктивности является испаряемость ( $E_0$ ), которая определяется через радиационный баланс комплексным методом или через суммы температур выше  $10^\circ\text{C}$ . Под продукционным процессом понимается сочетание процессов, приводящих к созданию растительного органического вещества — чистой первичной биологической продукции.

*Материалы и методы исследования.* В соответствии с методологическими разработками об интенсивности физико-географического процесса А. А. Григорьева и М. И. Будыко была доказана связь зональности растительного и почвенного покрова с радиационным балансом ( $R$ , ккал/см<sup>2</sup>), его водным эквивалентом — испаряемостью ( $E_0$ , мм) и коэффициентом увлажнения. В трудах А. Г. Исаченко было отмечено, что смена зональных типов почв и растительности определяется совокупностью климатических характеристик, и в первую очередь балансом влаги и тепла [1, 7].

Структура соотношений между ресурсами тепла и влаги определяется уровнем увлажнения. В работах В. С. Мезенцева приведена формула расчета коэффициента увлажнения территории [3, 4]:

$$\beta_{\text{кх}} = \frac{L(KX)}{T_z} = \frac{KX}{Z_m},$$

где:  $KX$  — атмосферные осадки (исправленные на недоучет приборов измерения), мм;  $Z_m$  — водный эквивалент теплоэнергетических ресурсов испарения, мм;  $L$  — удельная теплота испарения воды, равная 2,521 Мдж/ (м<sup>2</sup>·мм);  $T_z$  — ТЭР испарения в МДж/ (м<sup>2</sup>·год).

Между зональными параметрами биологической продуктивности ( $B. n.$ ), активных сумм температур ( $\Sigma t \geq 10^\circ\text{C}$ ) и коэффициентами увлажнения ( $\beta_x$ ) обнаружена полиномиальная зависимость [7]:

$$B. n. = -0,0000001581 * (\Sigma t_{\geq 10^\circ\text{C}} * \beta_x)^2 + 0,0063301289 * \Sigma t_{\geq 10^\circ\text{C}} * \beta_x - 1,68.$$

Если биологическая первичная продукция не производится, то в данной территории начинается стадия опустынивания. Нулевые значения биологической продуктивности указывают на начало опустынивания.

*Результаты и их обсуждение.* В результате расчетов по формуле (1) были определены коэффициенты увлажнения для метеостанции Иртышск, расположенной на территории Северного Казахстана за вегетационный период (май-август) за 1961–2020 гг. для двух 30-летних интервалов времени — базового и современного периодов, с использованием сумм температур воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$  и сумм осадков, исправленных на недоучет приборов измерения.

С использованием уравнения (2) произведены расчеты биологической продуктивности в естественных условиях за вегетационный период для метеостанции Иртышск, расположенной в северной части Казахстана.

Анализируя данные, представленные на графике, отмечается зависимость между биологической продуктивностью ( $B. п.$ ) и коэффициентом увлажнения ( $\beta x$ ). Обнаружена тесная связь между этими параметрами: коэффициент корреляции составил  $R=0,99$ . В базовом периоде (1961–1990) наблюдается большой размах вариации у обоих параметров, биологическая продуктивность от 0,45 (1981) до 5,6 (1986). В эти же годы коэффициент увлажнения колеблется от 0,14 до 0,49 соответственно (рис. 1).

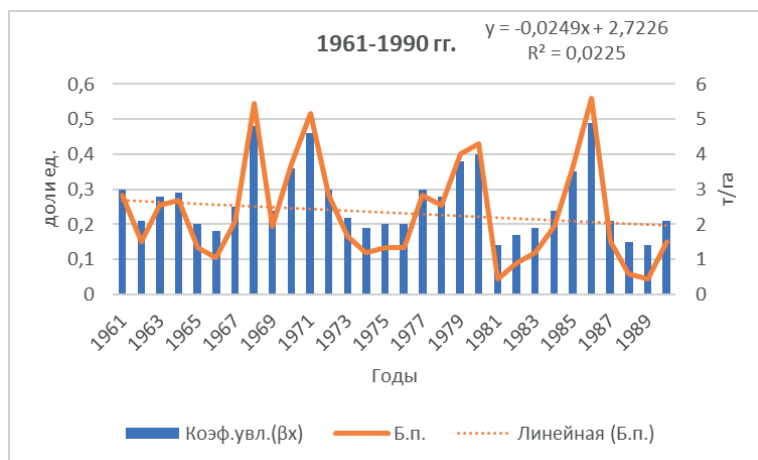


Рис. 1. Биологическая продуктивность в МС Иртышск за 1961–1990 гг. за вегетационный период (май-август), т/га

В современном периоде (1991–2020) размах вариации оказался больше, чем в базовом (от –0,16 (1998) до 6,90 (1993)). Отмечается отрицательное значение биологической продуктивности –0,16 в 1998 г. Согласно утверждению авторов [7], нулевые значения биологической продуктивности указывают на начало опустынивания данной территории. В эти же годы коэффициент увлажнения колебался от 0,10 до 0,58 соответственно (рис. 2).

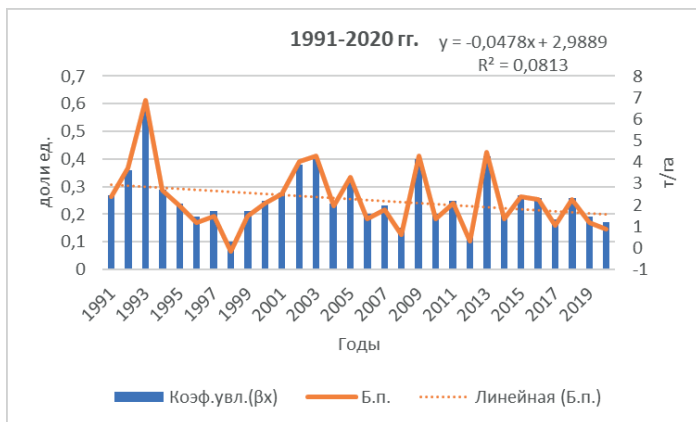


Рис. 2. Биологическая продуктивность в МС Иртышск за 1991–2020 гг. за вегетационный период (май–август), т/га

В обоих периодах (в базовом и современном) линия тренда приняла нисходящую форму, то есть снижение биологической продуктивности. Уравнение тренда показало снижение биологической продуктивности в базовом периоде (1961–1990) на 0,02 т/га ежегодно, а в современном — на 0,04 т/га ежегодно.

По данным таблицы также можно наблюдать в современном периоде по сравнению с базовым снижение коэффициента увлажнения и, соответственно, биологической продуктивности [5, 6].

#### Биологическая продуктивность по данным метеостанции Иртышск за 1961–2020 гг. (по осредненным данным) за вегетационный период (май–август), т/га

| Годы      | Коэффициент увлажнения, $\beta_{кх}$ | Биологическая продуктивность, т/га |
|-----------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1961–1990 | 0,27                                 | 2,34                               |
| 1991–2020 | 0,26                                 | 2,25                               |

Снижение коэффициента увлажнения и биологической продуктивности характеризует наличие процесса аридизации.

*Выводы.* На аграрное природопользование большое влияние оказывают условия увлажненности территории. Засушливые условия пагубно отражаются на условия роста и развития сельскохозяйственных культур. В связи с этим необходима оценка степени обеспеченности сельскохозяйственных территорий теплом и влагой.

Анализируя данные по увлажнению и биологической продуктивности на территории Северного Казахстана в районе метеостанции Иртышск, можно сделать следующие выводы:

1. Обнаружена тесная связь между биологической продуктивностью (*Б. п.*) и коэффициентом увлажнения ( $\beta x$ ), коэффициент корреляции составил  $R=0,99$ .

2. В базовом периоде (1961–1990) отмечен значительный размах вариации биологической продуктивности от 0,45 (1981) до 5,6 (1986). В эти же годы коэффициент увлажнения колебался от 0,14 до 0,49 соответственно.

3. В современном периоде (1991–2020) размах вариации оказался больше, чем в базовом периоде (от –0,16 (1998) до 6,90 (1993). Результаты анализа показали наличие отрицательных величин биологической продуктивности –0,16 в 1998 г. В эти же годы изменения коэффициента увлажнения составило от 0,10 до 0,58 соответственно.

4. Анализ уравнения тренда показал снижение биологической продуктивности в базовом периоде (1961–1990) на 0,02 т/га ежегодно, а в современном периоде на 0,04 т/га ежегодно.

5. В современном периоде, по сравнению с базовым, наблюдается снижение коэффициента увлажнения и, соответственно, биологической продуктивности от 2,34 т/га на 2,25 т/га.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дмитриева В. Т., Напрасников А. Т. Методические аспекты определения биологической продуктивности аридных территорий // Вестник МГПУ. Сер. Естественные науки. 2012. № 2 (10). С. 33–46.

2. Кусаинова А. А., Самигуллин А. Ж. Геоэкологическая оценка влияния влагообеспеченности территории Северного Казахстана на аграрное природопользование // Международная научная конференция «Высокие технологии и инновации в науке». Санкт-Петербург, 27 ноября 2019. СПб., 2019. С. 50–53.

3. Kusaïnova A. A, Mezentsëva O. V., Tusupbekov Z. A. Influence of precipitation variability and temperature conditions on the yield of grain

crops in Northern Kazakhstan // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020. Krasnoyarsk, 2020. С. 42–26.

4. *Kusainova A. A., Mezentseva O. V., Tusupbekov Zh. A., Volkovskaya N. P.* Spatial distribution of moisture deficit on the territory of the south of Western Siberia and Northern Kazakhstan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2021. С. 42–78.

5. *Мезенцева О. В. Кусаинова А. А., Рахимберлин А. Н.* Пространственно-временные закономерности изменчивости тепло- и воднобалансовых характеристик Центрального Казахстана // Матер. научных конференций ГНИИ. Санкт-Петербург, 24–28 февраля 2019 г. СПб., 2019. С. 106–109.

6. Метеорологический информационный сайт «Казгидромет». URL: <http://www.kazhydromet.kz> (дата обращения: 22.03.2022).

7. *Напрасников А. Т., Дмитриева В. Т.* Геоэкология и биологическая продуктивность пастбищ Монголии // Проблемы региональной экономики. М., 2012. № 2. С. 24–28.

## REFERENCES

1. *Dmitrieva V. T., Naprasnikov A. T.* Metodicheskie aspekty opredeleniya biologicheskoy produktivnosti aridnyh territorij // Vestnik MGPU. Ser. Estestvennye nauki. 2012. № 2 (10). S. 33–46.

2. *Kusainova A. A., Samigullin A. Zh.* Geoekologicheskaya ocenka vliyaniya vlagobespechennosti territorii Severnogo Kazakhstana na agrarnoe prirodopol'zovanie // Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya «Vysokie tekhnologii i innovacii v nauke». Sankt-Peterburg, 27 noyabrya 2019. SPb., 2019. S. 50–53.

3. *Kusainova A. A., Mezentseva O. V., Tusupbekov Z. A.* Influence of precipitation variability and temperature conditions on the yield of grain crops in Northern Kazakhstan // III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020. Krasnoyarsk, 2020. S. 42–26.

4. *Kusainova A. A., Mezentseva O. V., Tusupbekov Zh. A., Volkovskaya N. P.* Spatial distribution of moisture deficit on the territory of the south of Western Siberia and Northern Kazakhstan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2021. S. 42–78.

5. *Mezenceva O. V., Kusainova A. A., Rahimberlin A. N.* Prostranstvenno-vremennye zakonomernosti izmenchivosti teplo- i vodnobalansovykh karakteristik Central'nogo Kazakhstana // Mater. nauchnykh konferencij GNII. Sankt-Peterburg, 24–28 fevralya 2019 g. SPb., 2019. S. 106–109.

6. Метеорологический информационный сайт «Казгидромет». URL: <http://www.kazhydromet.kz> (дата обращения 22.03.2022).

---

7. *Naprasnikov A. T., Dmitrieva V. T. Geoeкологиya i biologicheskaya produktivnost' pastbishch Mongolii // Problemy regional'noj ekonomiki. M., 2012. № 2. S. 24–28.*

УДК 621.311 (571.151)

---

*М. М. Нурбеков, Г. Я. Барышников*

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: marlen.nurbekov2000@gmail.com, bgj@geo.asu.ru

## **МИРОВАЯ ПРАКТИКА РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПОЛУЧЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ГОРНОМ АЛТАЕ**

*Аннотация.* В работе рассматриваются проблемы развития зеленой энергетики во многих странах мира. Показана роль возобновляемых источников энергии для снижения антропогенного прессинга на состояние атмосферы в связи с загрязнением ее парниковыми газами. Приведены примеры внедрения зеленых технологий для получения чистой энергии во многих странах мира и России.

*Ключевые слова:* зеленая энергетика, солнечные и ветровые электростанции, Горный Алтай.

---

*M. M. Nurbekov, G. Y. Baryshnikov*

Altai State University, Barnaul, Russia  
E-mail: marlen.nurbekov2000@gmail.com, bgj@geo.asu.ru

## **WORLD PRACTICE OF GREEN ENERGY DEVELOPMENT AND SOLAR ENERGY PRODUCTION IN GORNY ALTAI**

*Abstract.* The paper deals with the problems of the development of green energy in many countries of the world. The role of renewable energy sources is shown to reduce anthropogenic pressure on the state of the atmosphere, due to its pollution with greenhouse gases. Examples of the introduction of green technologies in obtaining clean energy in many countries of the world and Russia are given.

*Keywords:* green energy, solar and wind power plants, Gorny Altai.

**В**ведение. На долю мирового производства «зеленой энергии» за счет ветровой, солнечной, текущих вод, термальных источников и приливно-отливных станций приходится 28,4%, остальные 71,6% — это традиционные способы получения энергии с использованием угля, природного газа и за счет атомных электростанций. Лидирует в этом отношении Азиатско-Тихоокеанский регион, следом за ним идет Северная Америка и Европа, включая и страны СНГ. Немаловажная роль в выбросе парниковых газов в атмосферу принадлежит и развивающимся странам.

Тем не менее тенденция к озеленению экономики пролеживается во всех развитых странах. Наиболее ярким примером перехода на зеленую экономику является Европа. Примерно половина европейской электроэнергии вырабатывается с помощью альтернативных источников, в основном с использованием солнечных батарей и ветровых станций. К 2030 г. планируется производить до 80% энергии без ископаемого топлива.

Данная тенденция хорошо просматривается при анализе доли различных источников в мировом производстве электроэнергии за последний почти полувековой период времени (таблица).

**Доля различных источников в мировом производстве  
электроэнергии, % [4]**

| Год  | Уголь | Газ  | ГЭС  | СЭС  | Нефть | Прочие | Всего, ТВт*ч |
|------|-------|------|------|------|-------|--------|--------------|
| 1973 | 38,3  | 12,1 | 20,9 | 3,3  | 24,8  | 0,6    | 6 131        |
| 2019 | 36,7  | 23,5 | 16,0 | 10,3 | 2,8   | 10,7   | 27 044       |

Как следует из таблицы, к положительным изменениям можно отнести уменьшение доли угля и нефти и увеличение доли за счет солнечных электростанций (СЭС), где источниками энергии служат возобновляемые ресурсы. При этом отмечается увеличение потребления газа и уменьшение доли ГЭС.

*Материалы и методы исследования.* Одной из основных причин медленного перехода многих стран на зеленую энергетику является их законодательная база по отношению к экологическим условиям. К ним относятся почти все государства Европы, а также США, Канада, Австралия, ЮАР, отдельные страны Персидского залива, Китай, Япония, Южная Корея, Новая Зеландия. Для некоторых стран Латинской Америки, Афганистана и Северной Кореи проблемой является ограниченность в финансовых возможностях или бесперспективность нереа-

лизированных проектов, игнорирование экологической безопасностью и наличием более острых социальных проблем.

Одним из мировых лидеров в достижении поставленных целей по озеленению экономики является Южная Корея. В этой стране 3% ВВП, или 60 млрд долларов США, за пять лет начиная с 2011 г. направлялось на развитие «зеленых» секторов для создания 1,8 млн рабочих мест. Южная Корея, избравшая концепцию «зеленого» роста в качестве национальной стратегии, основное внимание уделяет промышленности, энергетике и инвестициям, «зеленым» видам транспорта, альтернативным источникам пресной воды, технологиям переработки отходов, развитию парков, обустройству рек в черте города и др. Различные проекты, осуществляемые министерствами самостоятельно, были объединены в единый пакет, для избежания бюджетных расходов на второстепенные цели.

С 2011 г. Южная Корея запустила систему «зеленых платежных карт» для стимулирования «зеленого» потребления товаров, произведенных с экологическими инновациями. С помощью таких карт учитываются потребление «зеленых» товаров и услуг, использование общественного транспорта вместо личного, а также, использование энергоэффективных товаров.

США в качестве основных направлений развития зеленой экономики выбрали развитие альтернативной энергетики. С помощью солнечных установок к 2030 г. планируется производить 65% энергии, потребляемой страной, и 35% — тепла [6].

Практически во всех странах Евросоюза (ЕС) разработаны «зеленые» меры в сфере энергетики, развития общественного транспорта и инфраструктуры, строительства экопоселений, а также систем утилизации. В ЕС приняты стандарты на автомобильные выхлопы Евро-5 и уже готовится введение новых — Евро-6. Выделяются многомиллионные субсидии покупателям на приобретение электромобилей.

Великобритания приняла экономику «зеленых» технологий в качестве стратегии своего национального развития и недавно обнародовала свои «зеленые» проекты, нацеленные на создание 100 тысяч новых рабочих мест [2].

Тенденция на развитие зеленых технологий в Китае установилась с 2011 г. В КНР принудительно закрыли более двух тысяч экологически грязных компаний. Объем государственных вложений в энергосбережение, возобновляемую энергетику, соответствующие технологии в КНР в несколько раз превысил показатели США и ЕС. Китайские производители уже занимают 40% мирового экспорта солнечных ба-

тарей и 20% — ветряных установок. Еще одно направление «зеленых» технологий, которые развивают в Поднебесной, — это нанотехнологии. Необъявленная цель Пекина — стать мировым лидером в области зеленых технологий в XXI в.

В Российской Федерации также были разработаны Экологическая доктрина (одобрена распоряжением Правительства РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р), Климатическая доктрина Российской Федерации (утверждена распоряжением Президента РФ 17 декабря 2009 г. № 861-рп), Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года (утверждена Указом Президента РФ 12 мая 2009 г. № 5370, Экологическая стратегия — Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 г.

*Результаты и их обсуждение.* Как отмечала Е. Вавина [1], развитие электрогенерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России мешают изобилие дешевого ископаемого топлива, высокая стоимость капитала и дороговизна локализованного оборудования. В настоящее время 50% выработки электроэнергии в России приходится на газовые станции, 20% вырабатывают гидростанции и 14% — атомные. Наименее экологичные угольные станции вырабатывают 14–15% электроэнергии (в Европейском союзе и США на угольные станции приходится 30% выработки, в Китае — около 65%). Россия обладает крупнейшими в мире запасами природного газа и вторыми по величине запасами энергетического угля. Доступность и дешевизна ископаемого топлива препятствуют переходу энергорынка на возобновляемые источники.

К 2024 г. в России планируют построить 5,5 ГВт мощностей солнечных и ветряных станций и малых ГЭС и еще 445 МВт мусорных электростанций. Однако по итогам этой программы доля возобновляемой энергетики в России достигнет 1,0% против целевых 4,5%. Строительство зеленых станций гарантирует генерирующим компаниям 12% прибыли, оплачиваемые промышленными потребителями по договорам предоставления мощности (ДПМ). Из-за высокой стоимости строительства таких станций цены на зеленую электроэнергию для российских потребителей оказываются в 2–3 раза выше, чем в среднем по миру. По подсчетам к 2022 г. платежи за возобновляемые источники энергии составят 12% от всех мощностей в европейской части России и на Урале и 6% — в Сибири.

В мире на фоне жесткой конкуренции ВИЭ-технологии постоянно развиваются и удешевляются, однако российские зеленые генераторы

зависят от ограниченного числа местных производителей оборудования, что мешает им получить доступ к самым дешевым и новейшим технологическим решениям.

В настоящее время обсуждается возможность продления программы ДПМ ВИЭ до 2035 г. В октябре 2018 г. в то время вице-премьер Д. Козак отметил, что договоры получают только те компании, чье оборудование конкурентоспособно на мировых рынках. Против выступают промышленные потребители и правительство. Как считают аналитики, в этом случае вряд ли продлится действие программы. Но даже с учетом ее завершения ситуация может измениться. Российская энергетическая стратегия предусматривает сокращение выбросов углекислого ( $\text{CO}_2$ ) и парниковых газов с 2025 г. Также на положение зеленой энергетики повлияет рост стоимости традиционной генерации и последующее сокращение ее мощности, считают аналитики.

Развитию ВИЭ-генерации может помочь и запланированное правительством прекращение перекрестного субсидирования к 2025 г. и последующий рост цен на электроэнергию для населения. В сочетании с удешевлением зеленой генерации это будет стимулировать переход на микроэлектростанции в жилом секторе.

Развитию ВИЭ в России мешает профицит российской энергосистемы (избыток мощностей оценивается в 20–30 ГВт) при низких темпах роста электропотребления (прогнозный рост на 1,0–1,3% ежегодно до 2035 г.). Простимулировать зеленую генерацию сможет продление программы ДПМ ВИЭ в 2025–2035 гг., а кардинально изменить ситуацию смогут требования по сокращению выбросов парниковых газов. В этом случае себестоимость вырабатываемой электроэнергии перестанет быть главным критерием выбора целевого баланса генерирующих мощностей.

Изначально целью развития ВИЭ в России было не только создание новой генерации, но и развитие собственных производств и компетенций с выходом на внешние рынки. В результате реализации программы ДПМ ВИЭ годовой объем производства солнечных элементов в России достиг 500 МВт, Компания «Хевел» начала экспорт продукции, которая может конкурировать на мировых рынках. Чтобы снизить себестоимость ВИЭ-генерации, нужно наращивать объемы производства и увеличить строительство солнечной генерации внутри страны минимум на 5 ГВт. Также отрасль можно стимулировать через снижение стоимости кредитов для производителей ВИЭ и поддержку экспортеров.

Решения о вхождении в программу ДПМ ВИЭ принимались в 2014 г. в условиях кратного обесценивания рубля, общей финансовой неста-

бильности и дорогого заемного капитала, поэтому многие участники отложили вход в отрасль на более поздний срок. Считается, что для развития отрасли нужно внедрить ВИЭ на розничных рынках, в том числе на изолированных территориях, утвердить правила обращения «зеленых сертификатов», удешевить кредиты и стимулировать использование накопителей энергии.

Проведение специальной военной операции на Украине усугубляет переход на зеленую энергетику в России, тем не менее стоит отметить и успешный отечественный опыт внедрения зеленых технологий, связанный со строительством, например, Кош-Агачской солнечной электростанции на юге Западной Сибири в Республике Алтай (рис. 1).



*Рис. 1. Кош-Агачская солнечная электростанция в Республике Алтай*

Кош-Агачская солнечная электростанция — самая мощная электростанция Республики Алтай. Ее мощность оценивается в 10–15 МВт. Она была введена в эксплуатацию в 2014 г. Проект СЭС был отобран по результатам конкурса проектов ВИЭ на оптовом рынке электрической энергии и мощности в 2013 г. Работы по возведению станции начались в апреле 2014 г. [3]. На площади 13 га было подготовлено свайное поле. На установленных сваях смонтированы монтажные столы, закреплены солнечные модули, подключено все необходимое коммутующее и сетевое оборудование.

Более половины оборудования, задействованного при строительстве станции, произведено на базе российских предприятий электротехнической и металлообрабатывающей промышленности. География

поставок, комплектующих широка и охватывает такие города как Красноярск, Казань, Чебоксары, Калуга, Иркутск, Новосибирск. Торжественная церемония запуска Кош-Агачской СЭС, в которой принял участие по телемосту президент РФ В. В. Путин, состоялась 4 сентября 2014 г. Разрешение на ввод в эксплуатацию первой очереди получено 6 ноября 2014 г., второй — 11 декабря 2015 г. Обе очереди являются квалифицированными генерирующими объектами, функционирующими на основе возобновляемых источников энергии.

Установленная мощность Кош-Агачской СЭС на конец 2015 г. составила 10 МВт. Электростанция функционирует синхронно с ЕЭС России. В 2015 г. выработка Кош-Агачской СЭС составила 5,8 млн кВт·ч, или 1,0% от электропотребления Республики Алтай. Коэффициент использования установленной мощности с апреля 2015 г. по март 2016 г. составлял 16,94%, минимальные значения этого показателя приходятся на декабрь. Станция способна обеспечивать электроэнергией около 1000 домохозяйств. Потребители в Кош-Агачского района используют от 2,7 до 3,5 МВт.

Электростанция находится близи сел Кош-Агач и Теленгит-Сортовой на юге Республики Алтай на высоте около 1800 м над уровнем моря. Кош-Агачский район Республики Алтай — одно из самых солнечных мест в России, здесь более 300 солнечных дней в году, а уровень удельной выработки электроэнергии достигает 1400 кВт·ч на 1,0 м<sup>2</sup> в год.

Ввод в эксплуатацию собственных генерирующих мощностей дал положительный импульс для социально-экономического развития Кош-Агачского и соседних с ним районов республики, в частности, таких отраслей, как сельское хозяйство, туризм, горнорудная промышленность. На территории Кош-Агачского района, например, разведаны значительные запасы вольфрама, молибдена и других редкоземельных металлов, разработка которых сдерживалась отсутствием необходимых энергетических мощностей. Развитие промышленности, в свою очередь, это и новые рабочие места, и рост поступлений в бюджет, в том числе на развитие социальной сферы.

После ввода в эксплуатацию Кош-Агачской СЭС в регионе планируется построить еще шесть солнечных электростанций (Ининская, Онгудайская, Усть-Коксинская, Усть-Канская, Чемальская и Майминская) с общей мощностью солнечной генерации до 120 МВт. В этом случае более 30% потребления региона будет обеспечиваться за счет объектов солнечной энергетики (рис. 2).



Рис. 2. Схема развития солнечной электроэнергетики Республики Алтай на 2022–2026 гг. [5]

*Выводы.* Развитие зеленой энергетики — важнейшая составляющая динамики прогресса современного общества. С момента промышленных революций и времен индустриализаций прошло значительное количество времени, за которое человечество должно было сделать некоторые выводы относительно рациональности и экологичности добычи ресурсов.

Все вышесказанное помогает стимулировать динамичное развитие международного экологического права, и, учитывая важность рассматриваемых вопросов, все эти проблемы требуют анализа и понимания в рамках закона.

Развитие зеленой энергетики является одним из столпов прогресса современного мира. Показатель развитости и повсеместности альтернативных источников энергии говорит о диверсификационной роли в экономике.

Довольно проблематично в капиталистической парадигме сменить эффективную экономическую модель, но это является необходимым

шагом для дальнейшего развития в долгосрочную перспективу, касающуюся сектора зеленой экономики.

Некоторые страны проявляют себя в этом плане довольно активно и всячески стимулируют развитие зеленых отраслей экономики, другие делают ставки исключительно на традиционные энергоресурсы, остальные же государства либо еще не достигли необходимого уровня развития для решения подобных вопросов, либо же из-за наличия более значимых проблем не могут сосредоточиться на решении экологических проблем.

На самом деле возобновляемая энергетика — самый древний и безопасный способ получения энергии. На протяжении веков возобновляемая энергия была единственным доступным источником жизнеобеспечения для жителей Земли, если не брать мускульную силу самого человека и животных. Тем не менее ископаемые источники энергии взяли верх во время промышленной революции. Все дело в том, что они оказались выгоднее на определенном этапе развития цивилизации. Однако никто не предполагал, что уголь, нефть, а затем и газ нанесут непоправимый урон климату планеты буквально за какую-то сотню лет. Так, ископаемое топливо оказалось бомбой замедленного действия, а проведенное веками ВИЭ на долгие годы ушло на второй план. У возобновляемых источников энергии была долгая история становления, но только в последнее десятилетие они стали развиваться стремительно в связи с глобальной борьбой с климатическим кризисом.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вавина Е.* Зеленую энергетику в России тормозят дешевый газ и дорогое оборудование. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/05/29/802812-zelenuyu-energeti-ku>.

2. *Германович В., Турилин А.* Альтернативные источники энергии и энергосбережение: практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы. СПб. : Наука и техника, 2014. 320 с.

3. *Елистратов В. В.* Использование возобновляемой энергии. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. — 224 с.

4. *Тимофеев В. П.* Лекции по концентрированным потокам энергии. Красноярск : ИПЦ СФУ, 2007. 200 с.

5. Указ Главы Республики Алтай и Председателя правительства Республики Алтай от 29 апреля 2021 года № 118-у «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Республики Алтай на 2022–2026 годы и признании утратившим силу Указа Главы Респуб-

лики Алтай, Председателя Правительства Республики Алтай от 29 июля 2020 года № 174-у».

6. *Willie N. B.* Proceedings of the International Conference in Sustainability in Energy and Buildings. — The McGraw-Hill Companies, Inc., 2009. 210 p.

## REFERENCES

1. *Vavina E.* Zelenuyu energetiku v Rossii tormozyat deshevyj gaz i dorogoe oborudovanie. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/05/29/802812-zelenuyu-energeti-ku>.

2. *Germanovich V., Turilin A.* Al'ternativnye istochniki energii i energosberezhenie: prakticheskie konstrukcii po ispol'zovaniyu energii vetra, solnca, vody, zemli, biomassy. SPb. : Nauka i tekhnika, 2014. 320 s.

3. *Elistratov V. V.* Ispol'zovanie vozobnovlyaemoj energii. SPb. : Izd-vo Politekhn. un-ta, 2008. 224 s.

4. *Timofeev V. P.* Lekcii po koncentrirovannym potokam energii. Krasnoyarsk : IPC SFU, 2007. 200 s.

5. Ukaz Glavy Respubliki Altaj i Predsedatelya pravitel'stva Respubliki Altaj ot 29 aprelya 2021 goda № 118-u «Ob utverzhenii skhemy i programmy razvitiya elektroenergetiki Respubliki Altaj na 2022–2026 gody i priznanii utrativshim silu Ukaza Glavy Respubliki Altaj, Predsedatelya Pravitel'stva Respubliki Altaj ot 29 iyulya 2020 goda № 174-u».

6. *Willie N. B.* Proceedings of the International Conference in Sustainability in Energy and Buildings. The McGraw-Hill Companies, Inc., 2009. 210 r.

УДК 579.6 (571.150)

П. В. Пивень, К. А. Тюменцев

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: piven@mc.asu.ru

## НАНОБАКТЕРИИ В ПИТЬЕВЫХ ВОДАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы, связанные с нанобактериальным загрязнением питьевых вод Алтайского края. Оцениваются возможные источники данного загрязнения, его распространение и медико-экологические риски для здоровья населения. Выяв-

лена роль нанобактерий в патогенезе различных заболеваний растений, животных и людей.

*Ключевые слова:* нанобактерии, загрязнение вод, патогенез, водные ресурсы, биоминерализация.

P. V. Piven, K. A. Tyumentsev

Altai State University, Barnaul, Russia E-mail: piven@mc.asu.ru

## NANOBACTERIA IN THE DRINKING WATERS IN ALTAI REGION

*Abstract.* The article explores issues related to nanobacterial pollution of drinking waters of the Altai Territory. Were assessed possible sources of this pollution, their spatial location and health risks to the population and environmental. The role of nanobacteria in the pathogenesis of various diseases of plants, animals and people is considered.

*Keywords:* nanobacteria, water pollution, pathogenesis, water resources, biomineralization.

**В**ведение. Нанобактерии являются одними из древнейших обитателей планеты Земля. Они встречаются во всех средах жизни. Вместе с тем мнение ученого сообщества разделилось: часть исследователей считает их неживыми объектами (минеральными образованиями органического происхождения) [14], а микробиологи — живыми существами [2, 10].

К нанобактериям относят прокариотов, имеющих размер от 0,12 до 1,0 мкм. Столь малые размеры позволяют данным объектам проникать сквозь фильтры, имеющие поры диаметром 450 нм (фильтры стандартной очистки воды от потенциально патогенных клеток), и даже через поры в 220 нм [15]. Вместе с тем действующие в настоящее время нормативные документы не регламентируют содержание нанобактерий даже в питьевой воде [3].

*Объекты и методы исследования.* Объектом представленного исследования является нанобактериальное загрязнение водных ресурсов Алтайского края. В работе использованы гидрогеологический, микробиологический и сравнительно-географический методы. Основой данного исследования являются научные работы, посвященные нанобактериальному загрязнению и его последствиям водных ресурсов Алтайского края.

*Результаты и их обсуждение.* В Алтайском крае по санитарно-эпидемиологическим требованиям в 2019 г. по сравнению с 2017 г. произошло ухудшение состояние качества водных ресурсов поверхностных источников, используемых для централизованного водоснабжения в 2,2 раза, что составило 36,5% от общего их количества. При этом доля проб, которые не соответствовали санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям, в 2017 г. составляла 15,05%, а в 2019 г. — 27,38%. Доля проб, не соответствующая санитарно-химическим требованиям, в 2017 г. составляла 16,7%, а в 2019 г. — 36,5% [9].

Перед поступлением питьевой воды к потребителям она проходит технологический процесс очистки и обеззараживания, но нанобактерии проявляют высокую резистентность к соединениям хлора и, как уже было сказано выше — способны проникать сквозь фильтры, имеющие поры даже диаметром 220 нм, в то время как на станциях водоподготовки, поставляющих питьевую воду для водопроводных сетей, размер пор фильтров больше. Таким образом, в настоящее время питьевые воды в Алтайском крае поставляемые потребителю потенциально не защищены от нанобактериального загрязнения. Среднестатистический уровень нанобактерий в 1,0 мл воды приведен в таблице.

#### **Среднестатистический уровень нанобактерий в 1,0 мл воды [5]**

| № п/п | Типы вод                              | Количество нанобактерий в 1,0 мл $10^4$ |
|-------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1     | Подземная с нормальным уровнем железа | 95                                      |
| 2     | Подземная с низким уровнем железа     | 23                                      |
| 3     | Железистая с высоким уровнем железа   | 180                                     |
| 4     | Термально сульфидная                  | 285                                     |
| 5     | Йодо-бромная                          | 188                                     |
| 6     | Родниковая                            | 20                                      |

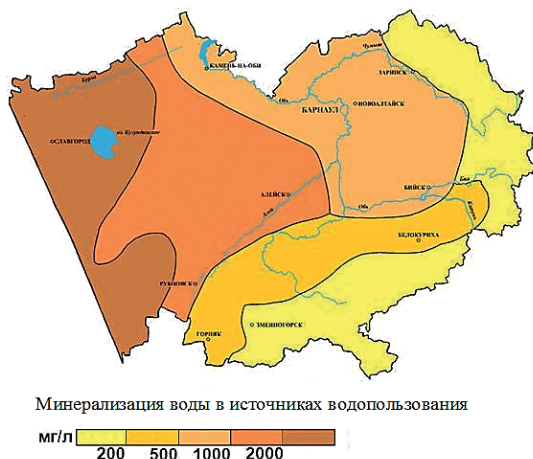
Приведенные данные наглядно показывают корреляционные связи между минерализацией вод и количеством нанобактерий. Чем выше минерализация, тем нанобактерий больше и наоборот. Это обуславливается тем, что нанобактерии покрывают себя защитной оболочкой из минерального вещества, своего рода панцирем от неблагоприятных факторов внешней среды. При отсутствии достаточной минерализации рост колоний нанобактерий компенсируется их гибелью.

Что касается территории Алтайского края, в населенных пунктах Затон, Новомихайловка, Спутник, Власиха, Благодатное, Авиатор, Лесной, Казенная Заимка, Центральный артезианская вода, подающаяся потребителям без предварительной очистки, содержит вещества в концентрациях, которые могут быть опасны для здоровья человека. Так, они содержат железо в количестве 0,6–0,9 мг/л (ПДК — 0,3 мг/л); марганец 0,2–0,3 мг/л (ПДК — 0,1 мг/л); сероводород 0,01 мг/л (ПДК — 0,003 мг/л). Эти воды имеют жесткость до 8,5 градуса жесткости при норме 7,0. Если обратиться к данным таблицы, то становится очевидна вероятность их возможно высокой нанобактериальной загрязненности [11].

Для того чтобы подтвердить это предположение, обратимся к данным по полигону-аналогу в Томской области. В ходе проведенных на данной территории исследований во всех взятых для лабораторных анализов образцах воды были обнаружены скопления колоний нанобактерий, которые имели овоидную конфигурацию и были покрыты оболочкой, состоящей из карбонат-апатита. Самыми неблагоприятными по нанобактериальному загрязнению в Томской области были признаны территории, имеющие наиболее высокие показатели минерализации подземных вод [7].

Минерализация вод в источниках водопользования в Алтайском крае представлена на рисунке. Как видно из представленной картосхемы, по минерализации вод территорию Алтайского края можно разделить на пять зон. Так, к территориям имеющих минерализацию вод до 2000 и более мг/л (первая зона) можно отнести Угловский, Бурлинский, Славгородский, Кулундинский районы; минерализацию до 1000 и более мг/л (вторая зона) — Баевский, Завьяловский, Романовский районы; минерализацию до 500 и более мг/л (третья зона) имеют воды Павловского, Первомайского, Тальменского районов; минерализацию до 200 и более мг/л (четвертая зона) имеют воды Усть-Калманского, Локтевского, Петропавловского районов; минерализацию менее 200 мг/л (пятая зона) имеют воды Чарышского, Третьяковского, Солтонского районов. Следовательно, на территории Алтайского края наибольшую потенциальную опасность нанобактериального загрязнения будут относиться районы, находящиеся в первой зоне, а к имеющим наименьшую опасность — находящиеся в пятой зоне.

Однако нанобактериальное загрязнение может быть одним из биоиндикаторов экологического неблагополучия территории, в первую очередь, неудовлетворительного качества вод, а потому — вышеуказанная коррелятивная связь может не всегда быть прослежена [13].



Минерализация воды в источниках водопользования в Алтайском крае [4]

Вместе с тем следует подчеркнуть, что нанобактерии вне живых организмов, например, в почвенной среде, являются одним из факторов, обеспечивающих ее самоочищение. Ведь нанобактерии образуют в почвах различные конкреции (карбонатные, железомарганцевые и т. п.), переводя часть химических элементов, например, соединений тяжелых металлов в трудноусваиваемую растениями форму.

Существует ли опасность поступления нанобактерий в питьевую воду водопроводных сетей? Группа профессора В. Т. Волкова в пробах питьевой воды, поставляемой для водопроводов в г. Томске и 20 других исследованных населенных пунктов Томской области, обнаружила нанобактерии во всех взятых образцах [6]. В водопроводной воде гг. Владимир, Иваново были также выявлены нанобактерии [8]. Таким образом, нанобактериальное загрязнение является общей проблемой для всей хозяйственно освоенной территории РФ, в том числе — и Алтайского края.

Что касается организмов животных, к которым относят и человека, то в случае, если они ослаблены и имеют различные хронические заболевания, то это может привести к тому, что нанобактериями будут поражены практически все органы, что может привести к преждевременной старости или даже смерти. Отложения продуцируемого нанобактериями карбонат-апатита в суставах лишает их подвижности, а когда они извлекают из организма, в который проникли, соединения кальция и фосфора для формирования своих «панцирей», то от нехватки дан-

ных элементов возникают дисфункция эндокринных желез, костной ткани. Если нанобактерии производят аккумуляцию соединений железа, то от их нехватки развиваются болезни кроветворной системы [12].

Алтайский край относится к йододефицитным районам, что приводит к нарушениям работы щитовидной железы. Нанобактерии же, вызывая дисфункции эндокринных желез, усугубляют ситуацию. В крови животных, были обнаружены нанобактерии, паразитировавшие на лимфоцитах, что способствовало поражению ящуром, лейкозом, эфемерной лихорадкой [10].

Нанобактерии были обнаружены в зубных, желчных, почечных камнях. Считается, что они способны провоцировать артриты, подагру, артериосклероз, узловой зоб, различные опухолевые процессы, вплоть до канцерогенеза. Как и любые паразиты, они активнее распространяются в ослабленных организмах, имеющих различные патологии [6].

Максимальный уровень заболеваемости мочекаменной болезнью в РФ был выявлен в Алтайском крае — 1261,9 случаев на 100 000 населения [1]. Этому может способствовать относительно высокая минерализация питьевых вод в западных районах Алтайского края, расположенных на Кулундинской равнине. Вместе с тем не стоит забывать и о нанобактериях, способствующих развитию данной патологии, и ряда других заболеваний. Ведь иммунный статус населения Алтайского края ослаблен последствиями испытаний ядерного оружия на Семипалатинском испытательном полигоне, продолжающейся в течение десятилетий стрессовой ситуацией, в связи с неблагоприятной социально-экономической обстановкой, экстремальными климатическими условиями и рядом других негативных факторов, а это означает, что ослабленное население будет активнее поражаться различными патогенами.

*Выводы.* Биоминеральные новообразования, продуцируемые нанобактериями, не только приводят к преждевременной потере эксплуатационных свойств инженерно-технических сооружений систем водоснабжения и водоотведения. Они несут прямую угрозу здоровью населения, перорально потребляющего патогенные нанобактерии, содержащиеся в питьевой воде. Нанобактериальная осемененность водопроводных сетей Алтайского края, в целом, схожа с имеющейся у полигонов-аналогов (например, Томской, Владимирской областях). Это означает, что проблема нанобактериального загрязнения питьевых вод должна решаться не на региональном, а на государственном уровне, так как является общей для всей страны.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аполихин О. И. и др. Анализ уронефрологической заболеваемости в Российской Федерации по данным официальной статистики // Экспериментальная и клиническая урология. 2010. № 1. С. 4–11.
2. Вершинина В. И., Захарова Н. Г., Ильинская О. Н. Краткий курс по микробиологии, вирусологии и иммунологии. Казань, 2015. 799 с.
3. Винокуров А. Ю. Нанобактерии и родниковые воды // Питьевые воды Сибири-2010 : матер. V науч.-практ. конф., 20–21 мая 2010. Барнаул : Пять плюсов, 2010. С. 130–136.
4. Винокуров Ю. И. Питьевые воды в Алтайском крае. URL: <http://www.myshared.ru/slide/970268/> (дата обращения: 10.02.2021 г.).
5. Волков В. Т., Смирнов Г. В., Волкова Н. Н. и др. Нанобактерия — черная дыра экологии. Биоэтика и экология жизни. Томск : Serkova T. F., 2006. 400 с.
6. Волков В. Т., Волкова Н. Н., Смирнов Г. В. и др. Биоминерализация в организме человека и животных. Томск : Тандем-Арт, 2004. 496 с.
7. Волкова Н. Н. Исследование биоминерализационного геоэкологического фактора в подземных водах Томского района : дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.36 Томск, 2006. 152 с.
8. Гарасько Е. В., Гарасько Е. В., Шилиев Р. Р., Пономарев А. П., Горшенин А. П. Влияние нанобактерий на качество и безопасность питьевой воды // Вестн. Иванов. мед. акад. 2011. Т. 16. № 2. С. 14–19.
9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2019 году». Барнаул, 2020. 200 с.
10. Пономарев А. П. Нанобактерии в крови крупного рогатого скота и моноинфекции: вирус лейкоза, вирус ящура и вирус эфемерной лихорадки // Ветеринарная патология. 2020. № 2. С. 5–16.
11. Постановление Правительства Алтайского края от 30 сентября 2019 г. № 368 «О внесении изменений в постановление Правительства Алтайского края от 31.07.2019 № 297». URL: <http://docs.cntd.ru/document/561556883> (дата обращения: 10.02.2021 г.).
12. Смирнов Г. В., Смирнов Д. Г. Нанобактерия — экологический фактор преждевременного старения человека // Доклады ТУСУР, 2006. № 5 (13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanobakteriya-ekologicheskiiy-faktor-prezhdevremennogo-stareniya-cheloveka> (дата обращения: 12.02.2021 г.).
13. Смирнов Д. Г., Волкова Н. Н. Нанобактерии — как биоиндикатор экологического неблагополучия среды или заболевания человека // Известия ТПУ, 2006. Т. 309. № 8. С. 179–182.

14. *Hopkin M.* Nanobacteria theory takes a hit // *Nature*. 2008. URL: <https://doi.org/10.1038/news.2008.762> (дата обращения: 10.02.2021 г.).
15. *Ghuneim L. J., Jones D. L., Golyshin P. N., Golyshina O. V.* Nano-Sized and Filterable Bacteria and Archaea: Biodiversity and Function // *Front Microbiol*. 2018; 9:1971. Published 2018 Aug 21. URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01971> (дата обращения: 10.02.2021 г.).

## REFERENCES

1. *Apolihin O. I. i dr.* Analiz uronefrologicheskoy zabolevaemosti v Rossijskoj Federacii po dannym oficial'noj statistiki // *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya*. 2010. № 1. S. 4–11.
2. *Vershinina V. I., Zaharova N. G., Il'inskaya O. N.* Kratkij kurs po mikrobiologii, virusologii i immunologii. Kazan', 2015. 799 s.
3. *Vinokurov A. Yu.* Nanobakterii i rodnikovye vody // *Pit'evye vody Sibiri-2010: mater. V nauch.-prakt. konf. 20–21 maya 2010*. Barnaul : Pyat' plyus, 2010. S. 130–136.
4. *Vinokurov Yu. I.* Pit'evye vody v Altajskom krae. URL: <http://www.myshared.ru/slide/970268/> (data obrashcheniya: 10.02.2021 g.).
5. *Volkov V. T., Smirnov G. V., Volkova N. N. i dr.* Nanobakteriya — chernaya dyra ekologii // *Bioetika i ekologiya zhizni*. Tomsk : Serkova T. F., 2006. 400 s.
6. *Volkov V. T., Volkova N. N., Smirnov G. V. i dr.* Biomineralizaciya v organizme cheloveka i zhivotnyh. Tomsk : Tandem-Art, 2004. 496 s.
7. *Volkova N. N.* Issledovanie biomineralizacionnogo geoekologicheskogo faktora v podzemnyh vodah Tomskogo rajona : dis. ... kand. geol.-mineral. nauk: 25.00.36. Tomsk, 2006. 152 s.
8. *Garas'ko E. V., Garas'ko E. V., Shilyaev R. R., Ponomarev A. P., Gorshenin A. P.* Vliyanie nanobakterij na kachestvo i bezopasnost' pit'evoy vody // *Vestn. Ivanov. med. akad.* 2011. T. 16. № 2. S. 14–19.
9. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy v Altajskom krae v 2019 godu». Barnaul, 2020. 200 s.
10. *Ponomarev A. P.* Nanobakterii v krovi krupnogo rogatogo skota i monoinfekcii: virus lejkoza, virus yashchura i virus efemernej lihoradki // *Veterinarnaya patologiya*. 2020. № 2. S. 5–16.
11. Postanovlenie Pravitel'stva Altajskogo kraja ot 30 sentyabrya 2019 g. № 368 «O vnesenii izmenenij v postanovlenie Pravitel'stva Altajskogo kraja ot 31.07.2019 № 297». URL: <http://docs.cntd.ru/document/561556883> (data obrashcheniya: 10.02.2021 g.).
12. *Smirnov G. V., Smirnov D. G.* Nanobakteriya — ekologicheskij faktor prezhdevremennogo starenia cheloveka // *Doklady TUSUR*, 2006. № 5

(13). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nanobakteriya-ekologicheskiiy-faktor-prezhdevremennogo-stareniya-cheloveka> (data obrashcheniya: 12.02.2021 g.).

13. *Smirnov D. G., Volkova N. N.* Nanobakterii — kak bioindikator ekologicheskogo neblagopoluchiya sredi ili zabolevaniya cheloveka // *Izvestiya TPU*. 2006. T. 309. № 8. S. 179–182.

14. *Hopkin M.* Nanobacteria theory takes a hit // *Nature*. 2008. URL: <https://doi.org/10.1038/news.2008.762> (data obrashcheniya: 10.02.2021 g.).

15. *Ghuneim L. J., Jones D. L., Golyshin P. N., Golyshina O. V.* Nano-Sized and Filterable Bacteria and Archaea: Biodiversity and Function // *Front Microbiol*. 2018; 9:1971. Published 2018 Aug 21. URL: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01971> (data obrashcheniya: 10.02.2021 g.).

УДК 551.583:551.578.46 (1–925.15)

*Н. В. Пиманкина*

Центрально-Азиатский региональный гляциологический центр,  
г. Алматы (Казахстан) E-mail: [pimankina@mail.ru](mailto:pimankina@mail.ru)

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В КАЗАХСТАНСКОМ АЛТАЕ ПО НАЗЕМНЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ**

*Аннотация.* В статье представлена оценка изменений высоты и водности снежного покрова в горах Казахстанского Алтая с 1960 по 2019 г. По наблюдениям на метеорологических станциях Риддер и Улькен Нарым, рост средней температуры воздуха за ноябрь–март 1937–2021 гг. составляет 0.2–0.6 °C/10 лет, суммы осадков за ноябрь–март увеличиваются, скорость изменения составляет 3–9 мм/10 лет. Средняя из наибольших величин высоты снега, измеренных по постоянной рейке на площадках метеостанций за периоды 1960–1990 гг. и 1991–2019 гг., увеличилась на 10–70%. Величины высоты и водности снежного покрова в горах стали больше на 72% пунктов маршрутных снегомерных съомок. Анализ схематических карт распределения средней высоты и водности снежного покрова в марте каждого года показал, что значительно увеличилась площадь, охватывающая средне- и высокогорную часть Казахстанского Алтая, где формируются снегозапасы 200 мм и более.

*Ключевые слова:* осадки, снежный покров, высота, водность, изменения, карты.

N. V. Pimankina

Central Asian Regional Glaciological Center, Almaty (Kazakhstan)

E-mail: pimankina@mail.ru

## FLUCTUATIONS OF THE SNOW COVER IN THE KAZAKHSTAN ALTAI ACCORDING TO THE FIELD SURVEYS

*Abstract.* On the data of the snow surveys of Kazhydromet for 1960–2019 the fluctuations of the sums of precipitation, snow depth and snow-water equivalent in 10 river basins were estimated. According to the data from Ridder meteorological station, the rise in the average air temperature for November–March is 0.15 °C/10 yr. The sums of precipitation for November–March have increased (12,4 mm/10 yr). The averaged snow depth measured using permanent stake on the sites of meteorological stations for the periods 1960–1990 and 1991–2019, increased by 10–70%. Totally, the values of the snow depth and snow-water equivalent in the mountains became greater at 72% of the points of field snow surveys. Comparison of the schematic maps has demonstrated that for the last 30 years the area in middle- and high altitudes with snow resources exceeding 200 mm, has increased.

*Keywords:* fluctuations, maps, precipitation, snow cover, snow depth, snow-water equivalent.

**В**ведение. В специальном обобщении «Океан и криосфера в изменяющемся климате», подготовленном для 6-го Оценочного доклада МГЭИК, отмечается, что наблюдения показывают общее сокращение в последние десятилетия снежного покрова, ледников и вечной мерзлоты вследствие изменения климата [17]. Соответственно, изменяются частота и мощность проявления природных опасностей, а также объем и сезонность речного стока, что особенно важно для сельского хозяйства. В относительно засушливом регионе — Центральной Азии талые снеговые и ледниковые воды формируют не менее 80% возобновляемых водных ресурсов. В этой связи требуется оценка водных ресурсов, аккумулярованных в виде снега и льда в высокогорных районах.

*Материалы и методы исследования.* Недавние исследования изменений климата в горных районах, сопредельных Алтаю, указывают на со-

впадение глобальных и региональных тенденций: установлены положительные тренды в рядах средних годовых температур [21] и годовых сумм осадков [15, 18, 23] в последние десятилетия. В Оценочном докладе [4] определена весьма существенная средняя скорость потепления в течение 1976–2008 гг., а именно 0,58 град/10 лет. А. Б. Шмакин и Н. Ф. Харламова выявили повышение среднегодовых температур воздуха в Алтае-Саянском регионе на основе данных 22 метеорологических станций [16].

Анализ информации за период 1955–2016 гг. по межгорным котловинам Русского Алтая показал, что величина повышения температуры воздуха различна, при этом значимых изменений в режиме осадков выявлено не было [14]. Н. С. Малыгина и соавторы установили ведущие факторы, вызывающие выпадение осадков на Алтае: в 1981–2000 гг. основное количество осадков приносили юго-западные циклоны, а в 2001–2011 гг. увеличилось совместное влияние арктического циклона и юго-западных циклонов [6]. При этом в оценках специалистов по изменению снежности территории нет единства.

Так, продолжительность залегания и толщина снежного покрова, по мнению одних авторов [23, 24], сокращается на Алтае, Тянь-Шане, Памире, Тибете. Qian Li с соавторами подсчитали, что в 1961–2014 гг. толщина снежного покрова на Тянь-Шане увеличилась [20]. А. В. Егорова и А. Д. Дюкарев определили неравномерное распределение снегозапасов бассейна р. Каргыба и дали оценку стока с территории Казахстана в КНР [2]. Для территории Алтая на основе данных спутников NOAA, TERRA, MODIS [3, 19] составлены карты снегозапасов, которые показали достаточно большие расхождения с величинами, полученными в результате прямых измерений в поле.

В пределах Казахстана расположена западная часть Алтайских гор. Район исследований расположен между 47 и 51 °с. ш. и 82 и 87 °в. д. (рис. 1). Алтай является значительным орографическим барьером на территории Евразии с контрастными климатическими условиями. Роль Алтая как ороклиматического барьера рассмотрена в работах [1, 5, 8, 11].

Б. Н. Лузгин считает, что барьерные эффекты на Алтае создают ареалы, или ячейки («соты»), территории с мозаичным характером мезо- и микроклиматических условий [5]. Орографические особенности способствуют интенсивному увлажнению наветренных склонов и открытых к западу долин, а также выхолаживанию котловин зимой и их слабому увлажнению. Распределение осадков соответствует синоптическим и барьерным условиям. Наибольшее количество осадков наблюда-

ется в Рудном Алтае: в отдельные годы суммы осадков достигают здесь 2500 мм, а суммы осадков за ноябрь-март — 700–800 мм и более [13].

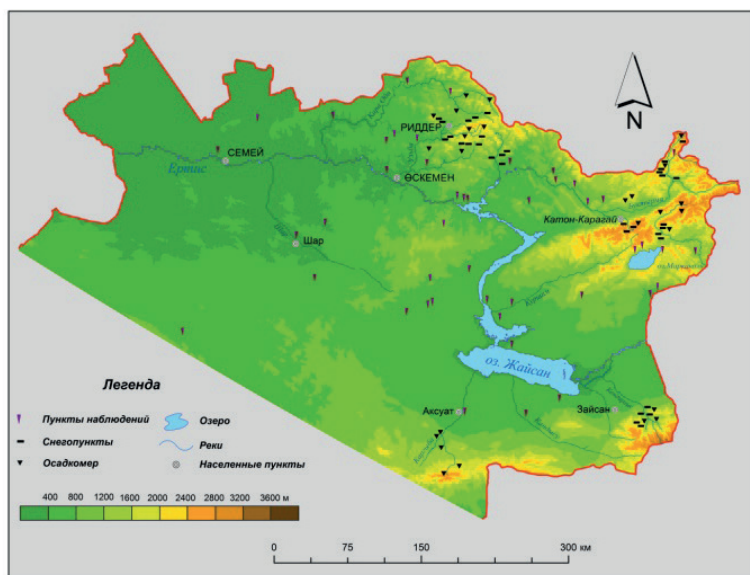


Рис. 1. Район исследований и расположение метеорологических станций и снегопунктов в бассейне р. Ертис

В горном обрамлении Зайсанской и Нарым-Бухтарминской котловин суммы осадков за ноябрь-март колеблются в диапазоне 30–350 мм, что составляет 10–20% от годовой нормы. В.С. Ревякин и В.И. Кравцова показали, что особо благоприятные условия для накопления снега создаются в случае орографических кулис и на стыке хребтов Ульбинский, Ивановский, Холзун («полюс снежности Алтая») максимальные высоты снега могут достигать 5–8 м [7]. В то время как И.В. Северский и В.П. Благовещенский выявили зависимость аккумуляции снегов запасов от ориентации долин. На открытых западных участках снегонакопление наибольшее. Так, в долине р. Ульба — до 1000 мм и более, в то время как в Зайсанской котловине — всего 20 мм [12].

Для анализа нами использовались архивные справочные материалы, данные Восточно-Казахстанского филиала Казгидромета, а также данные сайтов [9, 10]. Также использовались данные ежедневных измерений высоты снега по постоянной рейке на 14 площадках метеостанций (табл. 1).

Таблица 1

**Данные о метеорологических станциях в районе исследований**

| № п/п | Название             | Широта | Долгота | Высота, м | № п/п | Название     | Широта | Долгота | Высота, м |
|-------|----------------------|--------|---------|-----------|-------|--------------|--------|---------|-----------|
| 1     | Акжар                | 47.34  | 83.41   | 649       | 8     | Риддер       | 50.20  | 83.30   | 809       |
| 2     | Аксуат               | 47.45  | 82.48   | 535       | 9     | Самарка      | 49.01  | 83.21   | 496       |
| 3     | Зайсан               | 47.28  | 84.52   | 604       | 10    | Теректы      | 48.25  | 85.43   | 615       |
| 4     | Катонкарагай         | 49.10  | 85.36   | 1067      | 11    | Тугыл        | 47.43  | 84.12   | 396       |
| 5     | Кокпекты             | 48.45  | 82.23   | 510       | 12    | Улькен Нарым | 49.12  | 84.30   | 403       |
| 6     | Куршим               | 48.33  | 83.38   | 433       | 13    | Шемонаиха    | 50.37  | 81.54   | 310       |
| 7     | Заповедник Маркаколь | 48.47  | 85.39   | 1372      | 14    | Оскемен      | 50.02  | 82.30   | 285       |

Измерения высоты и влажности снежного покрова произведены в ходе маршрутных снегомерных съемок в 10 бассейнах рек (притоках р. Ертис) в конце каждого месяца зимнего сезона за 2019 г. (табл. 2). Высота снега на снегомерных пунктах измерялась в 20 точках переносной снегомерной рейкой с точностью до 1 см. Протяженность маршрутов составляла от 25 до 100 км.

Таблица 2

**Информация о наблюдениях на снегомерных маршрутах в бассейне р. Ертис**

| Бассейны рек | Снегомерные пункты, диапазон высот, м | Осадкомеры, диапазон высот установки, м |
|--------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| Оба          | 1000–1630                             | 1010–1630                               |
| Ульби        | 700–2040                              | 1260–2100                               |
| Шаравка      | 630–950                               | 730–950                                 |
| Тургысын     | 500–1530                              | 500–1530                                |
| Сарымсакты   | 1340–2420                             | 1570–2500                               |
| Каменушка    | н/б                                   | 1360–2200                               |
| Ак Берел     | 1140–2560                             | 1360–2420                               |
| Каргыба      | 1540–2210                             | 1520–2160                               |
| Карабуга     | 840–2480                              | 900–2560                                |
| Кендерлык    | 920–2120                              | 1500–2330                               |

Были учтены данные наблюдений по суммарным осадкомерам, установленным на склонах различной экспозиции. Корректировка данных не производилась и они были использованы как оценочные. Для уточнения тенденций климатических изменений выполнен анализ средней температуры воздуха и сумм осадков за ноябрь–март по метеостанции Риддер и Улькен Нарым за период 1937–2021 гг.

Изменения характеристик снежности оценены через анализ многолетних рядов наблюдений и полученных на их основе величин линейных трендов, а также определения разницы между показателями за 30-летние периоды (1960–1990 и 1991–2019). При анализе изменчивости параметров снежного покрова выбраны их наибольшие значения за зиму и март месяц. Данные 14 метеостанций использованы для анализа высоты снега, измеренной по постоянным рейкам. Геолокация снегопунктов уточнена РГП «Казгидромет» в 2006–2010 гг.

*Результаты и их обсуждение.* Изменения средней температуры воздуха и сумм осадков за ноябрь–март за период 1937–2021 гг. по метеостанциям Риддер и Улькен Нарым показаны на рисунке 2. В рядах средней температуры воздуха за холодный период отмечается слабый положительный тренд. Угловой коэффициент (т.е. скорость изменения) составляет на указанных станциях  $0,2\text{--}0,6^\circ\text{C}/10$  лет, при этом амплитуда колебаний достигает  $10^\circ\text{C}$ . Средняя температура за холодный период по метеостанции Риддер за 1991–2021 гг. увеличилась на  $0,5^\circ\text{C}$ , а по метеостанции Улькен Нарым — на  $1,8^\circ\text{C}$  по сравнению с периодом 1960–1990 гг.

Изменения суммы осадков за ноябрь–март месяцы имеют более выраженный положительный тренд по метеостанции Риддер. Скорость изменения составила  $9,0\text{ мм}/10$  лет при амплитуде колебаний 160 мм. Суммы осадков за холодный период метеостанции Риддер за 1991–2021 гг. увеличилась на 45 мм, по метеостанции Улькен Нарым — на 20 мм по сравнению с периодом 1960–1990 гг. Тренды изменений температуры и осадков статистически незначимы, однако знак изменений показывает совпадение с общей тенденцией потепления климата и роста увлажненности сопредельных территорий. Повышение температуры воздуха не является монотонным и одинаковым во времени. Как видно на рисунке 2, для рассмотренных метеостанций за указанный период можно выделить периоды похолодания и потепления.

В условиях сложного орографического строения распределение осадков и снегонакопление на территории крайне неоднородно. Расположенные в восточной части бассейна р. Ертис хребты в сочетании с преобладающим западным переносом воздушных масс создают барь-

ерный эффект, следствием чего является повышенное увлажнение восточной части бассейна и, соответственно, увеличение высоты и водности снежного покрова от равнинной части к горной.

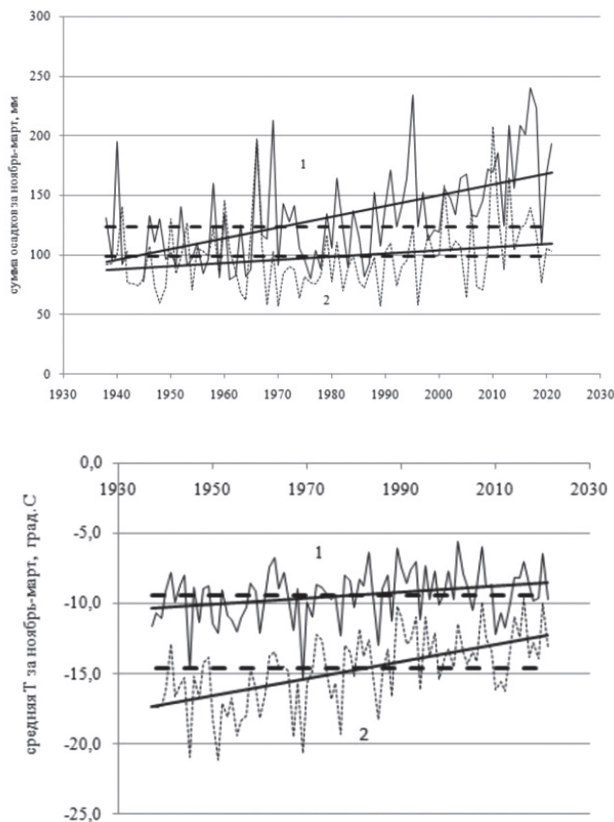


Рис. 2. Изменения средней температуры воздуха (а) и сумм осадков (б) за ноябрь-март по метеостанциям Риддер (1) и Улькен Нарым (2) за период 1937–2021 гг.

Прямая линия — линейный тренд, пунктир — норма температуры воздуха за холодный период за 1937–2021 гг.

Наибольшее увеличение средних сумм осадков за ноябрь-март за период 1991–2019 гг. по сравнению с предыдущим тридцатилетием 1960–1990 гг. отмечено в наиболее увлажненном правом притоке р. Ер-тис, — в бассейне р. Ульби — от 120 до 200 мм или на 30–60%. Увеличение сумм осадков холодного периода отмечается в бассейнах р. Ак

Берел на 40–90 мм, Каргыба — на 50–70 мм и Карабуга — на 10–20 мм. В бассейне р. Сарымсакты отмечены противоположные тенденции.

При анализе материалов наблюдений выявлены периоды, когда в течение пяти и более лет подряд выпадали осадки больше или меньше средней многолетней суммы. Судя по имеющимся данным, осадки холодного периода ниже нормы наблюдались примерно в 1974–1987 гг. и 2004–2009 гг., периоды повышенного увлажнения — 1989–2000 гг. и 2013–2017 гг.

Анализ информации о высоте снежного покрова в бассейне р. Ертис за весь период наблюдений, а также за периоды 1960–1990 гг. и 1991–2019 гг. показал, что наибольшая за год величина высоты снежного покрова по постоянной рейке на 10 метеостанциях увеличилась на 8–70%, на двух изменения отсутствуют, а на двух отмечается уменьшение параметров. Фактически прирост составляет от двух до 16 см, что в половине случаев сопоставимо с точностью измерений. Многолетние изменения высоты снежного покрова на площадках метеостанций, расположенных в различных частях рассматриваемой территории, представлены на рисунке 3.

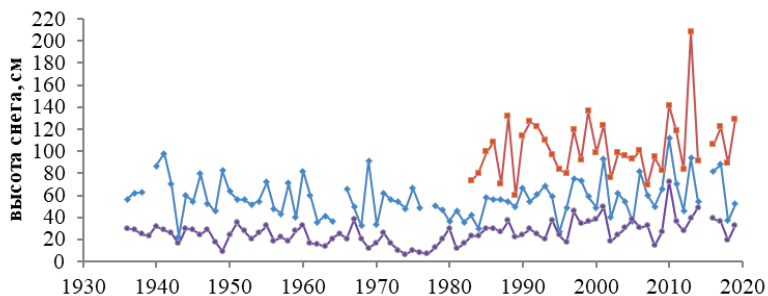


Рис. 3. Наибольшая за зиму высота снежного покрова по постоянной рейке на метеостанции Маркакольский Заповедник (1), Самарка (2), Зайсан (3). Период наблюдений 1936–2019 гг.

Визуальный анализ графиков позволяет выявить наличие периодов слабой и повышенной аккумуляции снега на всех метеостанциях. Исключение составляет метеостанция Оскемен. Период с высотой снежного покрова меньше нормы приходится на 1980-е годы. На разных метеостанциях период, в течение которого непрерывно отмечалась высота снега меньше нормы, продолжался от пяти до 15 лет и более.

Последние 10–20 лет были достаточно многоснежными, по ряду снегопунктов отмечены наибольшие значения толщины и водности снеж-

ного покрова за весь период наблюдений. Значительная изменчивость толщины снежного покрова характерна для различных высотных уровней и экспозиций склонов притоков р. Ертис. Сравнительный анализ данных о высоте снежного покрова, измеренной по снегомерным съемкам в горах, показал, что из 57 снегомерных площадок с продолжительными рядами наблюдений, годными для сравнения, положительные изменения высоты снега наблюдались на 43, на 13 отмечено уменьшение и на одной изменений нет. Наибольшая разница между величинами высоты снега, осредненными за 1960–1990 гг. и 1991–2019 гг., отмечена в бассейне р. Ульби — от 5 до 55 см. В бассейне р. Сарымсақты на большинстве снегомерных площадках наблюдалась положительная разница от 6 до 30 см, в бассейне р. Каргыба — 6–11 см. В бассейне р. Ак Берел на всех 11 площадках отмечена отрицательная динамика высоты снега — от –2 до –12 см. В верховьях рр. Карабуга и Кендерлык разница в высоте не превышала 4–24 см.

Положительные тренды в рядах величин запасов воды в снежном покрове отмечены на 42 снегомерных площадках, отрицательные на 13. Наибольшая разница между величинами запаса воды в снежном покрове, осредненными за 1960–1990 гг. и 1991–2019 гг., отмечена на всей территории бассейна р. Ульби — от 20 до 200 мм. В бассейне р. Сарымсақты наблюдается как положительная разница 20–40 мм, так и уменьшение до 30 мм. В связи с прекращением наблюдений не представляется возможным оценить изменения в закрытой Верхне-Каракабинской котловине, при том что на участке долины р. Каргыба на стыке хребтов Куршим и Южный Алтай наблюдается увеличение средних снеготоплив запасов на 30–80 мм. В бассейнах р. Карабуга, берущей начало в хребте Тарбагатай, и р. Кендерлык, стекающей с хр. Саур, величины снеготоплив запасов незначительно (до 40 мм) увеличились, однако ряды наблюдений не являются однородными и приведенные данные являются приблизительными. В бассейне р. Ак Берел на пяти снегомерных площадках средние снеготоплив запасы изменились в сторону увеличения на 10–40 мм, а на 7 отмечена отрицательная динамика запасов воды — от –6 до –25 мм.

Нами были построены схематические карты распределения указанных характеристик в марте. Сравнение карт показывает, что в среднем за последние 30 лет площадь территории, где толщина снежного покрова составляет менее 30 см, несколько сократилась, а площадь территории, на которой отмечается накопление снега толщиной 40 см и более, увеличилась.

Наибольшие значения снеготоплив запасов наблюдаются по-прежнему в «Тургусунском узле», где средние снеготоплив запасы составляли 1000 мм

и более. На склонах хребтов Южного Алтая, в особенности в горном обрамлении Зайсанской и Нарым-Бухтарминской впадин, в закрытой Верхне-Каракабинской котловине высота снега значительно меньше и колеблется от 15 до 100–120 см в районе перевалов. В истоках р. Ак Берел снегонакопление более значительное, снеготопасы в среднем составляют 400–600 мм. В невысоких предгорьях и Калбинском хребте снеготопасы не превышают 160 мм. В узких верховьях рр. Жумба и Улкен Бокен, расположенных на южных склонах Калбинского хребта, снеготопасы достигают 250 мм.

Площадь территории, на которой запасы воды в снежном покрове не более 60 мм, стала больше. Значительно увеличилась площадь, охватывающая средне- и высокогорную часть Казахстанского Алтая, где формируются снеготопасы 200 мм и более.

*Выводы.* Межгодовая изменчивость сумм осадков, высоты и водности снежного покрова в пределах рассмотренного района Алтая имеет в целом общую пространственную связь. Внутри всего временного периода выявлены периоды повышенного и пониженного увлажнения разной продолжительности, характерные для всей рассматриваемой территории.

Межгодовая изменчивость высоты и водности снежного покрова, по измерениям на площадках метеостанций и пунктах маршрутных снегомерных съемок, имеет в основном положительные тенденции, статистически незначимые. Величины высоты и водности снежного покрова в горах стали больше на 72%.

При сравнении двух периодов 1960–1990 гг. и 1991–2019 гг. обнаружено, что величины высоты и водности снежного покрова увеличились на большинстве пунктов наблюдений на 5,0–60%, на отдельных пунктах — до 100%. Оценить причины значительных изменений в настоящее время не представляется возможным.

Основной абсолютный прирост величины сумм осадков за ноябрь–март (на 120–200 мм) и запаса воды в снежном покрове (на 50–200 мм) в последние десятилетия наблюдается в бассейне р. Ульби. Слабые отрицательные тенденции в изменении высоты и водности снежного покрова отмечены в бассейне р. Ак Берел, при том что суммы осадков холодного периода увеличились на 40–90 мм.

Положительные тенденции преобладают в бассейнах рр. Карабуга, Кендерлык, Каргыба, однако разница в величинах сумм осадков и снеготопасов зачастую сопоставима с точностью наблюдений. В бассейне р. Сарымсақты отмечаются как увеличение, так и уменьшение сумм осадков и снеготопасов. В Калбинском хребте высота снега по измере-

ниям на площадках метеостанций увеличилась на 15–25%. Яркие выраженные закономерности распределения величин наблюдаемых изменений в зависимости от высоты и экспозиции склонов не выявлено.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егорина А. В. Взаимосвязь ороклиматического барьера Большого Алтая с центрами действия атмосферы планетарного масштаба // Труды Карагандинского государственного технического университета. 2006. № 3 (24). С. 31–32.

2. Егорина А. В., Дюкарев А. Д. Трансграничный сток в Китайскую Народную Республику и его формирование на территории Восточного Казахстана // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. 2010. № 3 (49). С. 169–171.

3. Игловская Н. В., Нарожный Ю. К. Определение снегозапасов Алтая с использованием спутниковой информации // Вестник ТГУ. 2010. № 334. С. 160–165.

4. Изменение климата и его воздействие на экосистемы, население и хозяйство российской части Алтае-Саянского экорегиона: оценочный доклад / под ред. А. О. Кокорина. М., 2011. 168 с.

5. Лузгин Б. Н. Большой Алтай как климатический барьер // Известия АлтГУ. 2007. Вып. 55. № 3. С. 39–46.

6. Малыгина Н. С, Барляева Т. В., Зяблицкая А. Г., Кононова Н. К., Отгонбаяр Д., Останин О. В., Папина Т. С. Русский и Монгольский Алтай: особенности макроциркуляционных процессов, обеспечивающих атмосферные осадки в последнее тридцатилетие // Известия АлтГУ. 2014. № 3–2 (83). С. 123–128.

7. Ревякин В. С., Кравцова В. И. Снежный покров и лавины Алтая. Томск : Изд-во ТГУ, 1977. 213 с.

8. Ревякин В. С., Егорина А. В. Особенности атмосферных процессов в условиях внутриконтинентального орографического барьера Юго-Западного Алтая // География и природопользование Сибири. 2003. Вып. 6. С. 111–117.

9. Сайт «Расписание погоды». URL: <http://www.rp5.ru> (дата обращения: 28.01.2020).

10. Сайт «Порода и Климат». URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/36665.htm> (дата обращения: 18.03.2022).

11. Севастьянов В. В. Климат высокогорных районов Алтая и Саян. Томск : Изд-во ТГУ, 1998. 201 с.

12. Северский И. В., Благовещенский В. П. Лавиноопасные районы Казахстана. Алма-Ата : Наука, 1990. 172 с.

13. Справочник по климату Казахстана. Восточно-Казахстанская область. Алматы : Казгидромет, 2004. Вып. 10. 67 с.

14. Сухова М. Г., Журавлева О. В. Изменения температуры воздуха и осадков в межгорных котловинах Юго-Восточного и Центрального Алтая // Известия РАН. 2018. № 6. С. 93–101.

15. Усманова З. С., Пиманкина Н. В. Пространственно-временная изменчивость температуры и осадков в бассейне р. Текес // Известия НАН РК. Сер. Геологии и технических наук. 2016. № 5. С. 110–118.

16. Шмакин А. Б., Харламова Н. Ф. Современные изменения климата Алтае-Саянского экорегиона // Мат. межд. науч.-практ. конф. Томск, 16–20 октября 2012 г. Томск, 2012. С. 313–315.

17. Hock R., Rasul G., Adler C., Cáceres B., Gruber S., Hirabayashi Y., Jackson M., Kääb A., Kang S., Kutuzov S., Milner A., Molau U., Morin S., Orlove B. and Steltzer H., 2019: High Mountain Areas. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. M. Weyer (eds.)]. In press. URL: <https://www.ipcc.ch/srocc/cite-report/> (дата обращения: 12.05.2021).

18. Li Y., Zhang D., Andreeva M., Fan L., Tang M. 2020 Temporal-spatial variability of modern climate in the Altai Mountains during 1970–2015. // PLoS ONE 15 (3): e0230196. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230196> (дата обращения: 05.02.2020).

19. Mashtaeva S., Dai Liyun, Che Tai, et. al. Spatial and temporal variability of snow depth derived from passive microwave remote sensing data in Kazakhstan // J. Meteor. Res., 2016. # 30 (6). Pp. 1033–1043. DOI: 10.1007/s13351-016-5109z.

20. Qian Li, Tao Yang, Feiyun Zhan, Zhiming Qi, Lanhai Li. Snow depth reconstruction over last century: Trend and distribution in the Tianshan Mountains, China // Global and Planetary Change. 173 (2019). Pp. 73–82.

21. Qing Yang, Cui Caixia, Sun Churong, Ren Yiyong. Snow Cover Variation in the Past 45 Years in the Tianshan Mountains, China // Adv. Clim. Change Res. 2008. 4 (Suppl.). Pp. 13–17.

22. Xu M., Kang S., Wu H., Yuan X. Detection of spatio-temporal variability of air temperature and precipitation based on long-term meteorological station observations over Tianshan Mountains, Central Asia // Atmos. Res. 2018. 203. Pp. 141–163 DOI: 10.1016/j.atmosres.2017.12.007.

23. Xu W., Ma L., Ma M., Zhang H., Yuan W. 2017. Spatial-temporal variability of snow cover and depth in the Qinghai-Tibetan plateau // J. Clim. 30. С. 1521–1533.

24. Zhou Hang, Elena Aizen, Vladimir Aizen. Seasonal snow cover regime and historical change in Central Asia from 1986 to 2008 // *Global and Planetary Change*. Volume 148, January 2017. Pp. 192–216.

## REFERENCES

1. Egorina A. V. Vzaimosvyaz' oroklimaticheskogo bar'yera Bol'shogo Altaya s tsentrami deystviya atmosfery planetarnogo masshtaba // *Trudy Karagandinskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2006. № 3 (24). S. 31–32.
2. Egorina A. V., Dyukarev A. D. Transgranichnyy stok v Kitayskuyu Narodnuyu Respubliku i yego formirovaniye na territorii Vostochnogo Kazakhstana // *Vestnik VKGTU im. D. Serikbayeva*. 2010. № 3 (49). С. 169–171.
3. Iglovskaya N. V., Narozhnyy Yu. K. Opredeleniye snegozapasov Altaya s ispol'zovaniyem sputnikovoy informatsii // *Vestnik TGU*. 2010. № 334. S. 160–165.
4. Izmeneniye klimata i yego vozdeystviye na ekosistemy, naseleniye i khozyaystvo rossiyskoy chasti Altaye-Sayanskogo ekoregiona: otsenochnyy doklad / pod red. A. O. Kokorina. M., 2011. 168 s.
5. Luzgin B. N. Bol'shoy Altay kak klimaticheskii bar'yer // *Izvestiya AltGU*. 2007. Vyp. 55. № 3. S. 39–46.
6. Malygina N. S., Barlyayeva T. V., Zyablitskaya A. G., Kononova N. K., Otgonbayar D., Ostanin O. V., Papina T. S. Russkiy i Mongol'skiy Altay: osobennosti makrotsirkulyatsionnykh protsessov, obespechivayushchikh atmosferynye osadki v posledneye tridsatiletiye // *Izvestiya AltGU*. 2014. № 3–2 (83). S. 123–128.
7. Revyakin V. S., Kravtsova V. I. Snezhnyy pokrov i laviny Altaya. Tomsk : Izd-vo TGU, 1977. 213 s.
8. Revyakin B. C., Yegorina A. V. Osobennosti atmosferynykh protsessov v usloviyakh vnutrikontinental'nogo orograficheskogo bar'yera Yugo-Zapadnogo Altaya // *Geografiya i prirodopol'zovaniye Sibiri*. Barnaul : Izd-vo AltGu, 2003. Vyp. 6. S. 111–117.
9. Site «Raspisaniye pogody». URL: <http://www.rp5.ru> (data obrashcheniya: 28.01.2020).
10. Site «Pogoda i Klimat». URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/36665.htm> (data obrashcheniya: 18.03.2022).
11. Sevast'yanov V. V. Klimat vysokogornnykh rayonov Altaya i Sayan. Tomsk : Izd-vo TGU, 1998. 201 s.
12. Severskiy I. V., Blagoveshchenskiy V. P. Lavinoopasnyye rayony Kazakhstana. Alma-Ata : Nauka, 1990. 172 s.

13. Spravochnik po klimatu Kazakhstana. Vyp. 10. Vostochno-Kazakhstanskaya oblast'. Almaty : Kazgidromet, 2004. 67 s.

14. Sukhova M. G., Zhuravleva O. V. Izmeneniya temperatury vozdukha i osadkov v mezhgornyykh kotlovinakh Yugo-Vostochnogo i Tsentral'nogo Altaya // Izvestiya RAN. 2018. № 6. S. 93–101.

15. Usmanova Z. S., Pimankina N. V. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' temperatury i osadkov v bassejne r. Tekes // Izvestiya NAN RK. Ser. Geologii i tekhnicheskikh nauk. 2016. № 5. S. 110–118.

16. Shmakin A. B., Kharlamova N. F. Sovremennyye izmeneniya klimata Altaye-Sayanskogo ekoregiona // Mat. mezhd. n.-prakt. konf. Klimatologiya i glyatsiologiya Sibiri'. Tomsk, 16–20 oktyabrya 2012 g. Tomsk, 2012. S. 313–315.

17. Hock R., Rasul G., Adler C., Cáceres B., Gruber S., Hirabayashi Y., Jackson M., Kääb A., Kang S., Kutuzov S., Milner M., Molau U., Morin S., Orlove B. and Steltzer H. 2019: High Mountain Areas. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press. URL: <https://www.ipcc.ch/srocc/cite-report/> (дата обращения: 12.05.2021).

18. Li Y., Zhang D., Andreeva M., Li Y., Fan L., Tang M. 2020. Temporal-spatial variability of modern climate in the Altai Mountains during 1970–2015 // PLoS ONE 15 (3): e0230196. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230196> (дата обращения: 05.02.2020).

19. Mashtaeva S., Dai Liyun, Che Tai, et. al. Spatial and temporal variability of snow depth derived from passive microwave remote sensing data in Kazakhstan // J. Meteor. Res., 2016. # 30 (6). Pp. 1033–1043. DOI: 10.1007/s13351-016-5109z.

20. Qian Li, Tao Yang, Feiyun Zhan, Zhiming Qi, Lanhai Li. Snow depth reconstruction over last century: Trend and distribution in the Tianshan Mountains, China // Global and Planetary Change. 173 (2019). Pp. 73–82.

21. Qing Yang, Cui Caixia, Sun Churong, Ren Yiyong. Snow Cover Variation in the Past 45 Years in the Tianshan Mountains, China // Adv. Clim. Change Res. 2008. 4 (Suppl.). Pp. 13–17.

22. Xu M., Kang S., Wu H., Yuan X. Detection of spatio-temporal variability of air temperature and precipitation based on long-term meteorological station observations over Tianshan Mountains, Central Asia // Atmos. Res. 2018; 203. Pp. 141–163/ DOI: 10.1016/j.atmosres.2017.12.007.

23. Xu W., Ma, L., Ma M., Zhang H., Yuan W. 2017. Spatial-temporal variability of snow cover and depth in the Qinghai-Tibetan plateau // J. Clim. 30. C. 1521–1533.

24. Zhou Hang, Elena Aizen, Vladimir Aizen. Seasonal snow cover regime and historical change in Central Asia from 1986 to 2008 // Global and Planetary Change. Vol. 148, January 2017. Pp. 192–216.

УДК 528.94:911.52 (571.150)

*И. Н. Ротанова, В. В. Гайда, А. А. Пивкин*

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: rotanova@email.asu.ru, gaida\_viktoriya@mail.ru, sleepings0s0k@gmail.com

## **ИНТЕРАКТИВНОЕ ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ (НА МАТЕРИАЛАХ ПЕРВОМАЙСКОГО РАЙОНА)**

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам цифрового интерактивного ландшафтного картографирования. Представлен алгоритм создания и пилотный проект интерактивной ландшафтной карты Первомайского района Алтайского края. Исследование выполнено в рамках общероссийского исследования по созданию многопользовательских открытых баз данных ландшафтов.

*Ключевые слова:* геоинформационное картографирование ГИС-проект, ландшафтная карта, геоцифровизация.

*I. N. Rotanova, V. V. Gaida, A. A. Pivkin*

Altai State University, Barnaul, Russia  
E-mail: rotanova@email.asu.ru, gaida\_viktoriya@mail.ru, sleepings0s0k@gmail.com

## **INTERACTIVE LANDSCAPE MAPPING OF THE ALTAI TERRITORY (BASED ON THE MATERIALS OF THE PERVOMAIISKY DISTRICT)**

*Abstract.* The article is devoted to the issues of digital interactive landscape mapping. An algorithm for creating and a pilot project of an interactive

landscape map of the Pervomaisky district of the Altai Krai is presented. The study was carried out as part of a nationwide study on the creation of multi-user open databases of landscapes.

*Keywords:* geoinformation mapping GIS project, landscape map, geo digitalization.

**В**ведение. Для решения проблем рационального природопользования, улучшения качества природной среды, прогноза дальнейшего развития территории недостаточно знаний свойств отдельных компонентов природы и связанных с ними природных ресурсов. Необходим учет их территориальных сочетаний, поэтому природной и научной основой исследований окружающей природной среды должна являться ландшафтная карта, отображающая особенности природно-территориальных комплексов (ПТК). В цифровую эпоху место традиционного ландшафтоведения занимает цифровое отображение местности на основе геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли. Опыт ландшафтных исследований и накопленный объем знаний ведет к необходимости и возможности создания сетевой открытой многопользовательской интерактивной платформы «Ландшафты России». Значимость такого ресурса для решения фундаментальных и прикладных задач географии, геоэкологии, ландшафтоведения и смежных наук велика, особенно в период реализации стратегии цифровизации и, в частности, геоцифровизации России. Согласно обсуждениям, состоявшимся в сентябре 2019 г. на конференции «География и современные проблемы географического образования» в г. Екатеринбурге, в резолюцию было включено решение о рекомендации российскому отделению Международной ассоциации ландшафтной экологии (IALE-Россия) в сотрудничестве с коллективами Институтов географического профиля РАН и государственных университетов инициировать создание и развитие общедоступной базы полевых данных с точной географической привязкой на Интернет-платформе в целях постепенной унификации методики полевых географических описаний и возможности обмена данными [3].

Геоинформационные картографические и некартографические изображения обеспечивают модельное представление местности в компьютерной форме, предназначены они для непосредственного восприятия человеком, что в свою очередь обеспечивает участие человека в геоинформационной обработке и анализе данных, решении пространственных задач, подготовке и принятии пространственно-ориентированных решений. При этом они являются непосредственным ис-

точником информации для решения пространственных задач в процессе геоинформационной обработки, служат средством визуализации содержания баз данных и/или созданных пространственных проектов (картографические изображения), являются дополнительной образной информацией (аэрокосмические снимки, фото, видео, перспективные изображения). Геоинформационные картографические произведения занимают особое место среди компьютерных геоизображений. Они, как и все картографические изображения, обеспечивают целостное модельное представление больших территорий, имеют метрический характер, отражают значительное число семантических характеристик объектов местности в образно-знаковом виде, содержат картографические отображения визуально невидимых объектов территории. Они могут быть сгенерированы в результате геоинформационной обработки и воспроизводить образ реально несуществующей местности, например, прогнозируемое состояние земной поверхности. Однако при этом компьютерные картографические изображения в геоинформационном картографировании отличаются от традиционных карт тем, что уже являются не объектом непосредственной ГИС-обработки, а средством визуализации результатов этой обработки.

Прогресс в области развития и применения веб-технологий позволил пространственной информации стать доступной широкому кругу пользователей. Средства визуализации пространственной информации эволюционировали от статического представления растровой информации к интерактивным приложениям с расширенной функциональностью. Доступным и востребованным становится мультимасштабное картографирование, что подразумевает под собой создание и использование электронных карт, обеспечивающих представление объектов в спектре масштабов [7].

Практически все, что можно сделать в ГИС, можно опубликовать посредством интерактивной карты. Веб-карты работают сразу в нескольких масштабах. Интерактивная карта дает возможность работать и взаимодействовать с географической информацией, организованной в виде слоев. Каждая веб-карта содержит базовую карту-подложку, а также ряд дополнительных слоев данных плюс инструменты для работы с этими слоями. Эти инструменты могут делать как простые операции, например, открывать всплывающие окна с описанием или характеристикой при клике на пространственный объект или нечто более сложное — например, выполнить пространственный анализ [6].

Большинство исследователей приходит к мнению, что ландшафтная карта становится базовой основой формирования геоинформацион-

ных систем различного назначения [1, 5, 9, 11, 15]. Под геоинформационным ландшафтным анализом понимается комплекс методов для изучения свойств и признаков ландшафта, его морфологической структуры и пространственной дифференциации процессов, происходящих в ландшафте, истории развития и современной динамики.

Ландшафтная карта является уменьшенным и генерализованным изображением ПТК на плоскости, то есть своего рода является моделью ПТК, отражающей генезис, развитие и пространственное соотношение природных и природно-антропогенных систем [16]. Выступая в качестве научной модели, ландшафтная карта, как и любая модель, служит источником новой информации о ПТК.

В рамках общероссийского исследования по созданию многопользовательских открытых баз данных ландшафтов нами разработан пилотный проект интерактивной ландшафтной карты Первомайского района Алтайского края.

*Материалы и методы исследования.* Для уровня субъектов Российской Федерации (региона) предпочтительнее использовать среднемасштабные ландшафтные карты, которые наилучшим образом отражают закономерности и локальные особенности ПТК. Региональные среднемасштабные ландшафтные карты дают представление о географическом фоне территории, который во многом определяет изменения отдельных компонентов природы и возможности рационального использования природных ресурсов.

Первомайский район расположен в северо-восточной части Алтайского края. Он является пригородным районом краевого центра, Барнаула. Находится в пределах крупной геоморфологической структуры первого порядка — Западно-Сибирской равнины, в границах структурах второго порядка: Бийско-Чумышской возвышенности и долины р. Оби [14]. Рельеф оказывает большое влияние и на развитие эрозионных процессов. Формы рельефа Первомайского района обуславливают предпосылки для развития водной эрозии на открытых, в частности, распаханых массивах и образования промоин на склонах [14]. Была составлена цифровая модель местности территории Первомайского района (рис. 1).

Водные ресурсы Первомайского района представлены водными объектами, относящимися к бассейну р. Оби. Обь с многочисленными притоками и ручьями образует достаточно густую речную сеть. Наиболее крупные притоки: Чумыш, Бобровка, Черемшанка, Повалиха, Лосиха протекают через всю территорию района до впадения в р. Обь. Озер в Первомайском районе более 50, в основном они небольших размеров,

площадью менее 0,25 км<sup>2</sup>. Наиболее крупные озера — Старица, Сидорово, Чумань, Плоское, Щучье. Кроме того, на территории района расположено пять искусственных водоемов: Больше-Черемшанское, Первомайское, Логовское, Бешенцевское, малые водохранилища, гидроузел Лосихинской оросительной системы [14].

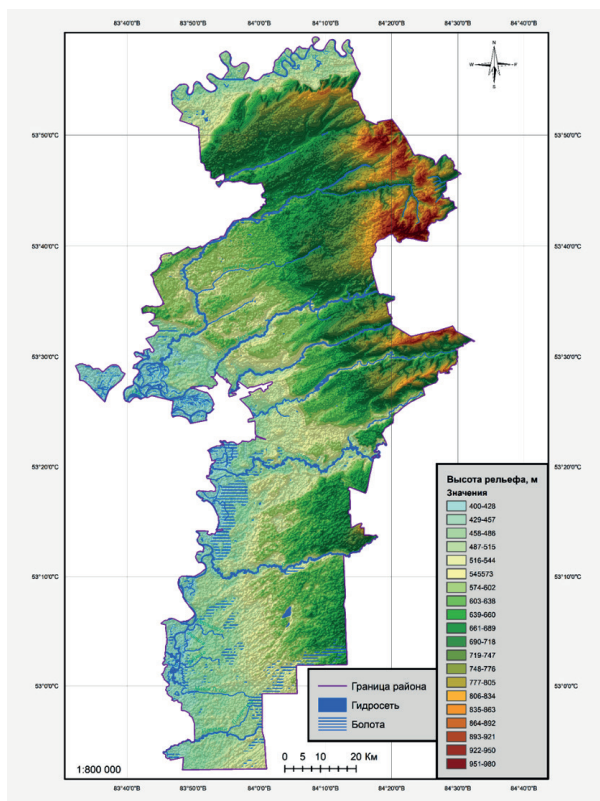


Рис. 1. Цифровая модель местности Первомайского района (8, 17, 19)

Растительный покров Первомайского района очень разнообразен. По геоботаническому районированию территория района относится к подпровинции правобережной Приобской лесостепи, принадлежащей Верхнеобской физико-географической провинции [4]. На юге и западе района растительность представлена различными вариантами биоценозов соснового бора, а их близость со степью способствует проникновению под полог деревьев степных видов растений. В ре-

зультате встречаются разнотравно-злаковые, травяно-кустарниковые, осочковые, кустарничковые, орляковые и лишайниковые растительные сообщества. На этой территории распространены также лесные болота в различной степени зарастания и лесные озера, а также фрагменты осиново-березовых заболоченных лесов (согра).

Широкая пойма Оби с ее многочисленными старицами занята в основном заливными лугами. Растительность луговых аллювиальных почв густотравная, разнотравно-злаковая или злаково-осоковая, луговая. Здесь также находятся многочисленные заболоченные участки, покрытые осокой, тростником, камышом, рогозой. На надпойменных террасах встречаются сосново-брусничные, часто кустарниковые леса с преобладанием в кустарниковом ярусе караганы древовидной, березово-сосновые и березовые травянистые леса. В травяном покрове много луговых форм. Территория Бийско-Чумышской возвышенности занята лесостепью, где луговые степи либо распаханы, либо используются для выпаса скота. По склонам логов и между речными долинами располагаются березовые и осиново-березовые леса. На территории района произрастают и торфяные болота, но в настоящее время наблюдается тенденция их зарастания. Кроме того, в районе часто встречаются культурные насаждения — сады, лесополосы. На территории Первомайского района произрастает ряд лекарственных растений и растений, внесенных в Красные книги различных уровней [14].

База данных (БД) для интерактивной ландшафтной карты разрабатывалась для платформы ArcGIS Online, на базе которой был создан проект карты. Модель хранения данных в БД основана на наборе простой концепции реляционных баз. Это позволяет использовать формализованную модель для хранения данных и работы с ними. Благодаря такому подходу, язык структурированных запросов (SQL) — набор реляционных функций и операторов — может быть использован для создания, изменения и выполнения запросов к таблицам и их элементам данных.

Каждый из слоев интерактивной карты, содержащий векторные слои, имеет как визуальную составляющую — геометрию (в данном случае площадные объекты), так и сопутствующую им информационную нагрузку — таблицу атрибутов.

Класс объектов хранится в виде таблицы, которая называется также базовой. Каждая строка представляет один объект. Столбцы создаются автоматически и являются системными, первый хранит порядковый номер в таблице, второй геометрию для каждого пространственного объекта. Далее создаются дополнительные поля, в кото-

рые в последующем вносятся необходимая информация. Так, таблица атрибутов слоя «Ландшафты» состоит из шести полей: номер ландшафта, рельеф, растительность, почвы, грунтовые воды, экологическое состояние.

Источники данных для формирования БД послужили:

1. Ландшафтная карта Алтайского края. Масштаб 1:500000 [4].
2. Данные OpenStreetMap (OSM) — открытая картографическая платформа, которая находится в свободном доступе [17].
3. Данные Росреестра по административной границе исследуемого района [8].
4. Данные SRTM (Shuttle radar topographic mission) — глобальная цифровая модель рельефа [19].
5. Данные схемы территориального планирования Первомайского района [14].
6. Данные индикационного справочника. Ландшафтно-индикационные связи в урочищах Алтайских равнин [2].

В ходе полевых экспедиций в Первомайский район была сформирована фототека с фотографиями ландшафтов.

Доступ к данным, хранящимся на ArcGIS Online, осуществляется через Интернет. Даже работая в обычном web-браузере, с помощью простых операций можно без установки на компьютер специализированного программного обеспечения быстро создавать web-карты и приложения с возможностью настраивания прав доступа для различных групп пользователей и загрузки для дальнейшей обработки специализированным программным обеспечением.

*Результаты и их обсуждение.* Согласно Ландшафтной карте, составленной в ИВЭП СО РАН, на территории Первомайского района выделено 14 местностей [4]:

1. Высокие (древние) речные террасы бугристо-грядовые перевеянные с сосновыми борами и березово-сосновыми травяными закустаренными лесами на дерново-слабоподзолистых почвах.

2. Высокие (древние) речные террасы плоские, пологонаклонные, местами расчлененные долинно-балочными системами со злаково-разнотравными и разнотравно-злаковыми луговыми степями и лугами на выщелоченных черноземах в сочетании с березовыми колками на серых лесных почвах.

3. Третьи надпойменные террасы больших и средних рек плоские, реже слабобугристые с остепненными разнотравно-злаковыми лугами на черноземах обыкновенных с сосново-березовыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах.

4. Третьи надпойменные террасы больших и средних рек бугристо-грядовые с сосновыми и березово-сосновыми борами на дерново-слабоподзолистых почвах;

5. Вторые надпойменные террасы больших и средних рек плоские и бугристо-грядовые с разнотравно-злаковыми остепненными лугами и луговыми степями на лугово-черноземных почвах и черноземах обыкновенных.

6. Вторые надпойменные террасы больших и средних рек плоские и слабоволнистые, местами бугристо-грядовые, со смешанными сосново-осиново-березовыми заболоченными лесами на дерново-слабоподзолистых и лугово-болотных почвах.

7. Первые надпойменные террасы больших и средних рек слабоволнистые с западинами, с болотно-солончаковыми и солонцово-солончаковыми лугами и солонцеватыми степями на солонцах и солончаках.

8. Первые надпойменные террасы больших и средних рек бугристо-грядовые с множеством котловин выдувания и заболоченных западин, с березово-сосновыми и березовыми травяно-кустарниковыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах в комплексе с лугово-болотными.

9. Поймы больших и средних рек, расчлененные протоками и старицами, со злаково-разнотравными и осоковыми, иногда закустаренными лугами и тополевыми рощами на аллювиальных луговых и болотных почвах.

10. Долины малых рек с сильно врезанными руслами, с закустаренными лесными крупнотравными лугами на аллювиально-луговых почвах.

11. Холмисто-увалистые расчлененные поверхности со злаково-разнотравными луговыми степями и остепненными лугами на черноземах выщелоченных и оподзоленных в сочетании с березовыми и осиново-березовыми остепненными лесами и колками на серых, темно-серых лесных почвах.

12. Первые надпойменные террасы больших и средних рек заболоченные, плоские, местами бугристо-грядовые с березовыми, сосново-березовыми и травяно-кустарниковыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах.

13. Поймы больших и средних рек, расчлененные старицами, с разнотравно-злаковыми закустаренными и галофитными лугами на аллювиальных луговых и болотно-луговых почвах в сочетании с ветлово-тополево-кустарниковыми лесами на аллювиальных слоистых почвах;

14. Пологосклонные долины и балки с ровными плоскими днищами, занятыми остепненными и настоящими лугами и ковыльными сте-

пиями по склонам на черноземно-луговых, луговых и реже лугово-болотных почвах (рис. 2).

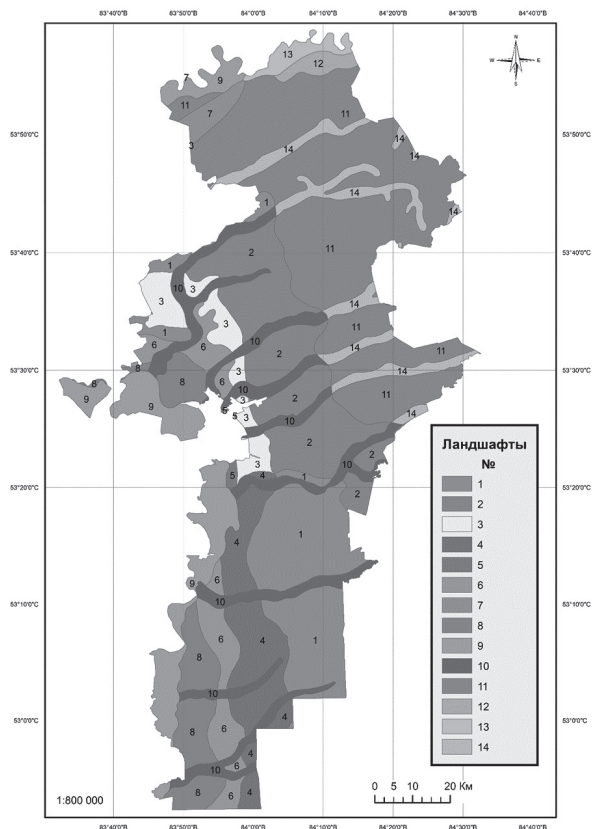


Рис. 2. Ландшафтная структура Первомайского района Алтайского края (4)

Район характеризуется высокой и средней умеренной степенью измененности ландшафтов в результате сельскохозяйственной освоенности и урбанизации [18].

Содержание интерактивной ландшафтной карты Первомайского района включает следующие элементы: границы Первомайского района; дорожная сеть; ж/д пути; полигональные водные объекты; линейные объекты гидросети; населенные пункты; высоты рельефа; ООПТ; ландшафты.

Интерактивная карта обладает следующими функциями:

- изменение масштаба отображения карты;
- экстент по умолчанию (центрирование Первомайского района);
- определение местоположения;
- выбор базовой карты (подложки);
- печать карты;
- измерение длины, площади (есть различные единицы измерения) или получение координат объекта;
- инструмент, предоставляющий возможность поделится картой в социальных сетях либо вставки на сайт;
- поиск объектов;
- переключение между настройкой слоев карты и легендой;
- включение или выключение отображения слоя;
- получение краткой или расширенной информации о пространственном объекте;
- управление отображения символов и видимостью (нагрузкой на карту) объектов, «управление» элементами содержания карты.

При клике пространственного объекта его контур подсвечивается и открывается всплывающее окно, которое содержит информацию о нем. Оно отражает атрибутивную информацию, а также фотографию ландшафта (рис. 3, 4).



Рис. 3. Всплывающее окно с атрибутивной информацией о ландшафте



Рис. 4. Всплывающее окно с атрибутивной информацией и фотографией ландшафта

**Выводы.** Пилотный проект интерактивной карты обладает всеми основными инструментами и функциями, такими как возможность изменения длины, площади, определения координат точки; выводом карты на печать; изменение масштаба. Для удобства или решения конфликтов отображения есть возможность изменить цвет или толщину символов.

Интерактивная карта дает возможность использовать пространственные данные даже тем, кто далек от профессиональной работы с ГИС и может обеспечить доступность для широкого круга пользователей.

Интерактивная ландшафтная карта отражает современный уровень знания о природно-территориальных комплексах, а также предоставляет возможность использования тематических пространственных данных широкому кругу пользователей.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 22–27–20135.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Винокуров Ю. И., Ротанова И. Н., Хлебович И. А., Шибких А. А. Информационное обеспечение регионального медико-экологического кар-

тографирования // ГИС для устойчивого развития территорий : матер. Межд. конф. Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2000. Т. 1. С. 84–96.

2. Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю. М. Ландшафтная индикация в эколого-географических исследованиях. Новосибирск : Гео, 2016. 258 с.

3. География и современные проблемы географического образования: матер. Всерос. науч.-практ. конф. посвященной 100-летию со дня рождения Почетного члена РГО, д. г. н., проф. В. И. Прокаева / под науч. ред. О. В. Янцер, Д. Н. Липухина, Ю. Р. Ивановой. Екатеринбург : Уральский гос. пед. ун-т. 2019. 258 с.

4. Ландшафтная карта Алтайского края. Масштаб 1:500000 [Карта] / Сост.: Ю. М. Цимбалей, Ю. И. Винокуров. Барнаул : ИВЭП СО РАН, 2016. 2 л.

5. Линник В. Г. Построение геоинформационных систем в физической географии : учебное пособие. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. 80 с.

6. Лисицкий Д. В., Кацко С. Ю. Назначение и особенности цифрового картографического изображения в геоинформационном картографировании // ГЕО-СИБИРЬ-2005 : сб. матер. науч. конгр. Новосибирск : СГГА, 2005. Т. 4. С. 23–28.

7. Никитин В. Н., Дедкова В. В. Создание картографической основы для интерактивных картографических сервисов с использованием программных средств компании PITNEY BOWES // Интерэкспо Гео-Сибирь-2017 : XIII межд. науч. конгр., 17–21 апр. 2017 г., Новосибирск: межд. науч. конф. «Дистанц, методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 1. С. 26–31.

8. Публичная кадастровая карта. Росреестр. URL: <http://www.pkk.rosreestr.ru> (дата обращения: 08.04.2022).

9. Ротанова И. Н., Гайда В. В. Оценка нарушенности ландшафтов природного парка «Предгорье Алтая» // География и природопользование Сибири. 2016. Вып. 22. С. 131–138.

10. Ротанова И. Н., Харламова Н. Ф., Плехова А. В., Поддубнова Е. А. Методические основы разработки регионального атласа опасных природных явлений Алтайского края // География и природопользование Сибири. 2017. Вып. 24. С. 78–82.

11. Снытко В. А., Батуев А. Р., Китов А. Д., Коновалова Т. И., Кузнецова Т. И., Шеховцов А. И. Использование опыта системного картографирования в разработке региональных ГИС // Материалы VII научной конференции по тематической картографии «Картографическое и гео-

информационное обеспечение управления региональным развитием». Иркутск : Изд-во Института географии СО РАН, 2002. С. 57–60.

12. Солодянкина С. В., Кошкарёв А. В. К вопросу создания открытой базы данных ландшафтов России // Ландшафтный бюллетень. 2019. № 7. С. 5–6.

13. Сравнение типов баз геоданных. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/a-comparison-of-geodatabase-types.htm> (дата обращения: 20.04.2022).

14. Схема территориального планирования муниципального образования Первомайский район Алтайского края : материалы по обоснованию проектных решений / ООО «Компания Земпроект». Барнаул, 2010. 222 с.

15. Черных Д. В. Вопросы истории и методики изучения горных ландшафтов // География и природопользование Сибири. 1999. Вып. 3. С. 53–64.

16. Ямашкин А. А., Тимашев И. Е., Махаев В. Б. Культурный ландшафт Мордовии (геоэкологические проблемы и ландшафтное планирование). Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2003. 204 с.

17. OpenStreetMap. URL: <http://www.openstreetmap.org> (дата обращения: 05.04.2021).

18. Rotanova I. N., Gaida V. V. Development of ecological and phytogeographical mapping in the context of the landscape approach (on the example of Altai Krai) // Acta Biologica Sibirica. 2017. Т. 3. № 3. С. 111–116.

19. USGS science for a changing world. URL: <http://www.earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения: 15.10.2021).

## REFERENCES

1. Vinokurov Yu. I., Rotanova I. N., Hlebovich I. A., Shibkih A. A. Informacionnoe obespechenie regional'nogo mediko-ekologicheskogo kartografirovaniya // GIS dlya ustojchivogo razvitiya territorij: mater. mezhd. konf. Apatity : Izd-vo Kol'skogo nauchnogo centra RAN, 2000. Т. 1. С. 84–96.

2. Vinokurov Yu. I., Cimbalej Yu. M. Landshaftnaya indikaciya v ekologo-geograficheskikh issledovaniyah. Novosibirsk : Geo, 2016. 258 s.

3. Geografiya i sovremennye problemy geograficheskogo obrazovaniya: mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya Pochetnogo chlena RGO, d. g. n., prof. V. I. Prokaeva / pod nauch. red. O. V. YAncer, D. N. Lipuhina, YU. R. Ivanovoj. Ekaterinburg : Ural'skij gos. ped. un-t, 2019. 258 s.

4. Landshaftnaya karta Altajskogo kraya. Masshtab 1:500000 [Karta] / sost.: YU. M. Cimbalej, Yu. I. Vinokurov. Barnaul : IVEP SO RAN, 2016. 2 l.

5. *Linnik V. G.* Postroenie geoinformacionnyh sistem v fizicheskoj geografii: uchebnoe posobie. M. : Izd-vo Mosk. un-ta, 1990. 80 s.
6. *Lisickij D. V., Kacko S. Yu.* Naznachenie i osobennosti cifrovogo kartograficheskogo izobrazheniya v geoinformacionnom kartografirovanii // GEO-SIBIR' — 2005: sb. mater. nauch. kongr. Novosibirsk : SGGA, 2005. T. 4. S. 23–28.
7. *Nikitin V. N., Dedkova V. V.* Sozdanie kartograficheskoy osnovy dlya interaktivnyh kartograficheskikh servisov s ispol'zovaniem programmnyh sredstv kompanii PITNEY BOWES // Interekspo Geo-Sibir' — 2017: XIII mezhd. nauch. kongr., 17–21 apr. 2017 g., Novosibirsk : Mezhd. nauch. konf. «Distanc, metody zondirovaniya Zemli i fotogrammetriya, monitoring okruzhayushchej sredy, geoekologiya» : sb. materialov v 2 t. Novosibirsk : SGUGiT, 2017. T. 1. S. 26–31.
8. Publichnaya kadaстровaya karta. Rosreestr. URL: <http://www.pkk.rosreestr.ru> (data obrashcheniya: 08.04.2022).
9. *Rotanova I. N., Gajda V. V.* Ocenka narushennosti landshaftov prirodnogo parka «Predgor'e Altaya» // Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri. 2016. Vyp. 22. S. 131–138.
10. *Rotanova I. N., Harlamova N. F., Plekhova A. V., Poddubnova E. A.* Metodicheskie osnovy razrabotki regional'nogo atlasa opasnyh prirodnyh yavlenij Altajskogo kraya // Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri. 2017. Vyp. 24. S. 78–82.
11. *Snytko V. A., Batuev A. R., Kitov A. D., Konovalova T. I., Kuznecova T. I., Shekhovcov A. I.* Ispol'zovanie opyta sistemnogo kartografirovaniya v razrabotke regional'nyh GIS // Materialy VII nauchnoj konferencii po tematicheskoy kartografii: «Kartograficheskoe i geoinformacionnoe obespechenie upravleniya regional'nym razvitiem». Irkutsk : Izd-vo Instituta geografii SO RAN, 2002. S. 57–60.
12. *Solodyankina S. V., Koshkarev A. V.* K voprosu sozdaniya otkrytoj bazy dannyh landshaftov Rossii // Landshaftnyj byulleten'. 2019. № 7. S. 5–6.
13. Sravnenie tipov baz geodannyh [Elektronnyj resurs]. URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/a-comparison-of-geodatabase-types.htm> (data obrashcheniya: 20.04.2022).
14. Skhema territorial'nogo planirovaniya municipal'nogo obrazovaniya Pervomajskij rajon Altajskogo kraya: materialy po obosnovaniyu proektnyh reshenij / OOO «Kompaniya Zemproekt». Barnaul, 2010. 222 s.
15. *Chernyh D. V.* Voprosy istorii i metodiki izucheniya gornyh landshaftov // Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri sbornik statej. 1999. Vyp. 3. S. 53–64.

16. Yamashkin A. A., Timashev I. E., Mahaev V. B. Kul'turnyj landshaft Mordovii (geoekologicheskie problemy i landshaftnoe planirovanie). Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2003. 204 s.

17. OpenStreetMap [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.openstreetmap.org> (data obrashcheniya: 05.04.2021).

18. Rotanova I. N., Gaida V. V. Development of ecological and phytogeographical mapping in the context of the landscape approach (on the example of Altai Krai) // Acta Biologica Sibirica, 2017. T. 3. № 3. S. 111–116.

19. USGS science for a changing world. URL: <http://www.earthexplorer.usgs.gov> (data obrashcheniya: 15.10.2021).

УДК 550.34:614.8 (571.150)

А. А. Рязанова

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: ariettar@mail.ru

## БЕЗОПАСНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В АЛТАЙСКОМ РЕГИОНЕ

*Аннотация.* Работа подготовлена по результатам исследований активных в сейсмическом отношении зон на территории Алтайского региона, с определением влияния свершившегося 23 сентября 2003 г. сильнейшего в России землетрясения в юго-восточной части Горного Алтая, на крупные населенные пункты Алтайского региона.

*Ключевые слова:* землетрясение, Алтайский регион, Горный Алтай, геоэкологическая безопасность, строительство в сейсмоопасных зонах.

A. A. Ryazanova

Altai State University, Barnaul, Russia E-mail: arietta@mail.ru

## GEOECOLOGICAL SAFETY DURING EARTHQUAKE IN ALTAI REGION

*Abstract.* The work was prepared based on the results of studies of seismically active zones on the territory of the Altai region, with the determination of the impact of the strongest earthquake in Russia that

accomplished on September 23, 2003, which occurred in the southeastern part of Gorny Altai, on a large settlement of the Altai region.

*Keywords:* earthquake, Altai region, Gorny Altai, geocological safety, construction in seismic zones.

**В**ведение. Землетрясения признаны самыми разрушительными для человечества катастрофами. Это явление практически нельзя спрогнозировать. В мировой практике известны лишь единичные случаи, когда указывалось на возможность в том или ином месте планеты проявления такого сейсмического события. В связи с этим население, проживающее в сейсмоопасных районах, должно быть готово адекватно реагировать на подземные толчки.

По данным Центра геологической информации США, ежегодно в мире происходит около 500 тысяч землетрясений большой и малой силы. Приблизительно 100 тысяч из них ощущаются, около 100 вызывают разрушения. Как известно, самое мощное землетрясение магнитудой 7,8 произошло в американском штате Аляска 22 июля 2020 года.

Не явился исключением и Алтайский регион, в пределах которого на юго-востоке Республики Алтай произошло сильнейшее за время инструментальных наблюдений сейсмическое событие с магнитудой 7,3–7,5 [1, 2].

*Материалы и методы исследования.* На территории Горного Алтая 27 сентября 2003 года в 11 часов 33 минуты по Гринвичу (в 20 часов 33 минуты по местному времени) зафиксировано землетрясение с магнитудой 7,3–7,5 с координатами 50,04° с. ш., 88,07° в. д. Землетрясение случилось в долине р. Чуя и было приурочено к горной перемычке Чуйской и Курайской межгорных котловин. За инструментальный период сейсмологических наблюдений это самое крупное землетрясение на территории Алтае-Саянской складчатой области. Данное событие получило название «Чуйское землетрясение» [2].

Сейсмические толчки были зарегистрированы в Республиках Алтай, Хакасии, Бурятии, в Алтайском и Красноярском краях, в Новосибирской и Кемеровской областях, в Казахстане, Монголии и Китае. По данным Геофизической службы СО РАН, землетрясение ощущалось в районе пос. Бельтир силой 8–9 баллов по шкале MSK-64, в Акташе — 6–7 баллов; Таштаголе — 6 баллов; Прокопьевске — 5–6 баллов; Барнауле, Новосибирске, Усть-Каменогорске и Семипалатинске — 4 балла; Абакане — 3–4 балла; Красноярске, Зайсане, Кемерово — 3 балла; Талды-Кургане, Нур-Султане — 2–3 балла. Максимальные разрушения отмечались в пос. Бельтир Кош-Агачского района Республики Алтай.

В момент главного толчка выделившаяся энергия имела величину, соответствующую величине энергии от взрыва в 50 мегатонн.

С точки зрения физических параметров землетрясение произошло в условиях как сжимающихся напряжений, ориентированных на север, так и растягивающихся движений земной коры. В качестве сейсмогенерирующих структур проявились разломы, ориентированные с северо-востока на юго-запад. Движение по обеим плоскостям происходило по закону правого сдвига.

Эпицентр главного толчка был приурочен к субширотной зоне восточной ветви Чарышско-Теректинского разлома, а афтершоки стали проявляться в зоне Северо-Чуйского разлома, мигрируя на север. Количество афтершоков за полтора последующих месяца составило более 600.

Остаточные нарушения земной поверхности, возникшие в результате землетрясения, были изучены в пределах Курайской и Чуйской межгорных котловин и на склонах Южно-Чуйского и Северо-Чуйского хребтов. Эти нарушения были представлены первичными деформациями — сейсморазрывами, оползнями, горными обвалами, осыпями, камнепадами, выбросами разжиженного песчано-глинистого материала и компенсационными проседаниями земной поверхности. Наиболее значительные макросейсмические проявления отмечались в 15 км к западу от пос. Бельтир, на водоразделе рр. Кускуннур — Талдура, в урочище Узюк.

С субширотными сейсморазрывами, которые являются структурами растяжения, парагенетически связаны структуры сжатия — поперечные разрывы субширотного простирания. На поверхности они характеризуются вспучиванием грунтов и наползанием почвы [3].

*Результаты и их обсуждение.* Кроме деформаций на поверхности земли значительные разрушения отмечались и в населенных пунктах. В эпицентральной зоне, куда попадали поселки Бельтир, Курай, Акташ и Кош-Агач, отмечались разрушение печей, вывалы участков стен и углов шлакоблочных зданий (рис.).

При Чуйском землетрясении наблюдались выбросы и разливы разжиженных песков и грязи в виде грязевых вулканчиков. Они были приурочены к заболоченным участкам, в геологическом строении которых принимали участие тонкодисперсные и водонасыщенные рыхлые породы, способные при динамических воздействиях разжижаться до текущего состояния и изливаться на поверхность земли. Массовые выбросы и излияния грязевой массы происходило также в поймах рр. Талдура, Кускуннур и Чаган-Узун.



*Разрушение домовых печей и жилья в пос. Бельтир  
Кош-Агачского района Республики Алтай*

Признаки грядущего землетрясения отмечались в зоне Чарышско-Теректинского разлома по геологическим подвижкам, изменению активности радона, уровню и составу подземных вод. Увеличение скоростей геологических подвижек отражалось по отрицательным аномалиям скоростей поднятия Чуйского тракта в районе пос. Ортолык, что зафиксировано по данным повторного нивелирования.

Предвестниками землетрясения явилось также изменение уровня и состава подземных вод, появление за несколько месяцев до сейсмического события вариаций объемной активности радона. Также в день землетрясения был отмечен сильный туман в районе эпицентра и, по словам местных жителей, «заревело» оз. Огырак-Кель в пос. Бельтир, что, видимо, было связано с сильными газовыми выделениями из-за динамического поджатия горных пород.

Самым впечатляющим признаком, предупреждающим надвигающуюся катастрофу, было поведение животных. Со слов местных жителей пос. Бельтир сибирский горный козел мигрировал от будущего эпицентра землетрясения примерно за месяц. Отмечались выходы серых сурков из спячки в середине сентября, хотя залег он в норы в первых числах этого месяца. Был замечен спуск рыбы по рекам за два дня до землетрясения. Как оказалось, рыба в день землетрясения вела себя беспокойно даже на большом удалении от эпицентра. Так, в Солтонском районе Алтайского края рыбаками был отмечен небывалый улов 27 сентября. По сведениям местных жителей, в пос. Джазатор Кош-Агачского района перед землетрясением приходили волки.

Большое значение в районах повышенной сейсмичности имеет строительство зданий и сооружений. Опасно возводить сооружения на затопляемых, заболоченных территориях, а также на участках

с близким залеганием грунтовых вод, на насыпных грунтах, на оползнях и в области развития пустот вблизи поверхности земли. В таких районах между зданиями рекомендуется устраивать значительные разрывы. Ширина улиц должна быть больше обычных норм. Выходы из зданий необходимо устраивать на две стороны. Фундаменты зданий должны закладываться на одной отметке без уступов. Этажность железобетонных зданий не ограничивается. Кирпичные строения не рекомендуется возводить более 3–5 этажей, причем следует устраивать специальные антисейсмические железобетонные пояса. Здания должны быть в плане простой конфигурации. Если здание имеет большую протяженность, то его следует разделять специальными швами на отдельные части правильной формы. Кровлю рекомендуется устраивать облегченной. Балконы, скульптурные украшения ставить не рекомендуется. При проектировании водоснабжения желательно предусматривать два самостоятельных источника получения воды. Кроме того, высокое качество материалов и производство строительных работ является важнейшим условием для успешного строительства в сейсмических районах [4, 5]. Сейсмостойкость — это одно из обязательных требований при проектировании зданий и сооружений.

Тем не менее при соблюдении всех указанных технических требований необходимо, чтобы каждый житель, проживающий в сейсмоопасных районах, знал правила поведения при землетрясениях, поскольку 70% людей страдают от панических настроений. К этим правилам относятся следующие (МЧС России):

1. Ощувив колебания здания, увидев качание светильников, падение предметов, услышав нарастающий гул и звон бьющегося стекла, не поддавайтесь панике (от момента, когда Вы почувствовали первые толчки до опасных для здания колебаний, у Вас есть 15–20 секунд). Быстро выйдите из здания, взяв документы, деньги и предметы первой необходимости. Покидая помещение, спускайтесь по лестнице, а не на лифте. Оказавшись на улице, оставайтесь там, но не стойте вблизи зданий, а перейдите на открытое пространство.

2. Сохраняйте спокойствие и постарайтесь успокоить других! Если Вы вынужденно остались в помещении, то встаньте в безопасном месте: у внутренней стены, в углу, во внутреннем стенном проеме или у несущей опоры. Если возможно, спрячьтесь под стол — он защитит вас от падающих предметов и обломков. Держитесь подальше от окон и тяжелой мебели. Если с Вами дети — укройте их собой.

3. Не пользуйтесь свечами, спичками, зажигалками — при утечке газа возможен пожар. Держитесь в стороне от нависающих балконов,

карнизов, парапетов, опасайтесь оборванных проводов. Если Вы находитесь в автомобиле, оставайтесь на открытом месте, но не покидайте автомобиль, пока толчки не прекратятся. Будьте в готовности к оказанию помощи при спасении других людей.

На примере г. Барнаула можно провести хронологию, связанную с изменением рекомендаций ученых, занимающихся сейсмическим районированием территории Алтайского региона, по результатам исследования землетрясения прошедшего в сентябре 2003 г. в Горном Алтае [6]. В предложенных рекомендациях г. Барнаул был отнесен к 6-балльной зоне.

Тем не менее 26 декабря 2019 г. был подписан приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации «Об утверждении Изменения № 1 к СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах» [7]. Через шесть месяцев, 26 июня 2020 года, данные изменения вступили в силу. В результате отдельные районы Алтайского края, в том числе и г. Барнаул, были отнесены к более сейсмоопасным зонам. Степень сейсмической опасности г. Барнаула в баллах шкалы MSK-64 стала равной 7. Таким образом, здания массового строительства в г. Барнауле должны были проектироваться с учетом требований СП 14.13330.2018 и с учетом сейсмических воздействий.

Внесенные изменения привели, по сути, к невозможности домостроения из силикатного кирпича, замедлению темпов строительства, а также, к его удорожанию, по разным оценкам, минимум на 15–20%.

Попытки строительного сообщества Алтайского края добиться от Минстроя РФ отмены Изменения № 1 не принесли результата: 02.10.2020 получен отрицательный ответ замминистра Минстроя России на обращение № 5243 от 13 августа 2020 г. губернатора Алтайского края В.П. Томенко [8]. Однако не прошло и трех месяцев после этого, как 29 января 2021 года, был издан приказ об отмене Изменения № 1 к СП 14.13330.2018 [9].

Отмена Изменения № 1 демонстрирует, хотя и с опозданием, готовность Минстроя России к диалогу с профессиональным сообществом и региональными властями, а также, говорит о том, что введение изменений было, наверное, не очень продуманным и отчасти необоснованным. Не снята с повестки дня и необходимость актуализации карт как общего сейсмического районирования территории Российской Федерации, так и микросейсморайонирования.

*Выводы.* Таким образом, необходимым условием повышения сейсмобезопасности является проведение паспортизации зданий и сооружений, включающей их обследование, оценку фактического уровня сейсмостойкости объектов, мониторинга технического состояния зданий.

Однако такие работы требуют значительных денежных средств, поэтому возникает необходимость в составлении программы, согласно которой было бы профинансировано усиление первоочередных объектов с высокой ответственностью (школы, детские сады, больницы и т. д.).

Примером может послужить Республиканская целевая программа «Повышение устойчивости основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Республики Саха (Якутия) на 2010–2013 годы» [10]. Преимущество данной программы заключается в том, что она составлена Министерством строительства Якутии совместно с Якутским филиалом Геофизической службы СО РАН для республики. Эта программа комплексная и подробная, в отличие от программы, которая составлялась Минстроем Российской Федерации и охватывала всего 16 регионов страны с повышенной сейсмической опасностью.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старовойт О. Е., Чепкунас Л. С., Габсатарова И. П. Параметры землетрясения 27 сентября 2003 г. на Алтае по инструментальным данным // Вестник ОНЗ РАН. 2003. № 1 (2).
2. Гольдин С. В., Селезнев В. С., Еманов А. Ф. и др. Чуйское землетрясение 2003 года ( $M = 7,5$ ) // Вестник ОНЗ РАН. 2003. № 1 (21).
3. Платонова С. Г., Скрипко В. В. Горно-Алтайское землетрясение 2003 года: причины, последствия и прогнозы. Кемерово : КРЭОО «Ирбис», 2004. 32 с.
4. Республиканская целевая программа «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспеченности в сейсмических районах Республики Саха (Якутия) на 2009–2013 годы». URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips>.
5. Барышникова О. Н., Барышников Г. Я. Инженерные изыскания и подготовка территории для создания объектов ландшафтной архитектуры : учебное пособие. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2021. 144 с.
6. Имаев В. С., Барышников Г. Я., Лузгин Б. Н., Осьмушкин В. С., Имаева Л. П., Барышникова О. Н. Архитектура сейсмоопасных зон Алтая. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2007. 234 с.
7. Об утверждении Изменения № 1 к СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах : Приказ Минстроя России от 26 декабря 2019 года № 886. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/fab/Izm1-k-SP-14.pdf>.
8. Письмо Минстроя России № 39287-ДВ/08 от 02.10. 2020. URL: [https://pravdaosro.ru/wpcontent/uploads/2020/10/2020-10-09\\_09-50-08\\_winscan\\_to\\_pdf.pdf](https://pravdaosro.ru/wpcontent/uploads/2020/10/2020-10-09_09-50-08_winscan_to_pdf.pdf).

9. Об отмене Изменения № 1 к СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах» : Приказ Минстроя России от 29.01.2021 № 27/пр. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_376746/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376746/).

10. Республиканская целевая программа «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Республики Саха (Якутия) на 2009–2013 годы». URL: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc\\_itself=&infostr=xO7q8+zl7fIg7vLu4fDg5uDl8vH/I O3lIOIg7+7x6+Xk7eXpIPDl5O Dq9ujo&nd=102129318&page=1&rdk=9#10](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&infostr=xO7q8+zl7fIg7vLu4fDg5uDl8vH/I O3lIOIg7+7x6+Xk7eXpIPDl5O Dq9ujo&nd=102129318&page=1&rdk=9#10).

## REFERENCES

1. Starovojt O. E., Chepkunas L. S., Gabsatarova I. P. Parametry zemletryaseniya 27 sentyabrya 2003 g. na Altae po instrumental'nym dannym // Vestnik ONZ RAN: Elektr. nauch.-inform. zhurnal. 2003. № 1 (2).

2. Gol'din S. V., Seleznev V. S., Emanov A. F. i dr. Chujskoe zemletryasenie 2003 goda (M = 7,5) // Vestnik ONZ RAN: Elektr. nauch.-inform. zhurnal. 2003. № 1 (21).

3. Platonova S. G., Skripko V. V. Gorno-Altajskoe zemletryasenie 2003 goda: prichiny, posledstviya i prognozy. Kemerovo : KREOO «Irbis». 2004. 32 s.

4. Respublikanskaya celevaya programma «Povyshenie ustojchivosti zhilyh domov, osnovnyh ob'ektov i sistem zhizneobespechennosti v sejsmicheskikh rajonov Respubliki Saha (Yakutiya) na 2009–2013 gody». URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips>.

5. Baryshnikova O. N., Baryshnikov G. Ya. Inzhenernye izyskaniya i podgotovka territorii dlya sozdaniya ob'ektov landshaftnoj arhitektury : uchebnoe posobie. Barnaul : Izd-vo AltGU, 2021. 144 s.

6. Imaev V. S., Baryshnikov G. Ya., Luzgin B. N., Os'mushkin V. S., Imaeva L. P., Baryshnikova O. N. Arhitektura sejsmoopasnyh zon Altaya. Barnaul : Izd-vo AltGU. 2007. 234 s.

7. Ob utverzhdenii Izmeneniya № 1 к СП 14.13330.2018 Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonah : Prikaz Ministroya Rossii ot 26 dekabrya 2019 goda № 886. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/fab/Izm1-k-SP-14.pdf>.

8. Pis'mo Ministroya Rossii № 39287-DV/08 ot 02.10. 2020. URL: [https://pravdaosro.ru/wpcontent/uploads/2020/10/2020-10-09\\_09-50-08\\_winscan\\_to\\_pdf.pdf](https://pravdaosro.ru/wpcontent/uploads/2020/10/2020-10-09_09-50-08_winscan_to_pdf.pdf).

9. Ob otmene Izmeneniya № 1 к СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81\* Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonah» : Prikaz Ministroya Rossii ot 29.01.2021 № 27/пр. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_376746](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376746).

10. Respublikanskaya celevaya programma «Povyshenie ustojchivosti zhilyh domov, osnovnyh ob'ektov i sistem zhizneobespecheniya v sejsmicheskikh rajonah Respubliki Saha (Yakutiya) na 2009–2013 gody». URL: [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc\\_itself=&infostr=xO7q8+zl7fIg7vLu4fDg5uDl8vH/I O3lIOIg7+7x6+Xk7eXpIPDI5O Dq9ujo&nd=102129318&page=1&rdk=9#I0](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&infostr=xO7q8+zl7fIg7vLu4fDg5uDl8vH/I O3lIOIg7+7x6+Xk7eXpIPDI5O Dq9ujo&nd=102129318&page=1&rdk=9#I0).

УДК 631.484 (571.150)

А. С. Стребкова<sup>1</sup>, Е. Г. Пивоварова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

E-mail: alena040994@mail.ru

<sup>2</sup>Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия

E-mail: pilegri@mail.ru

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭТАЛОНЫ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

*Аннотация.* Предложен подход к разработке региональных эталонов почв 14-го почвенного района Алтайского края на основе агрохимических показателей. Определен таксономический вес признаков основных типов (подтипов) почв 14-го почвенного района в соответствии с профильно-генетической классификацией почв СССР 1977 г. Так, наиболее высокий таксономический вес таких диагностических признаков как сумма поглощенных оснований, содержание валового азота, илистой фракции, поглощенный кальций. С помощью двухфакторного информационного анализа (ИЛА) разработаны количественные характеристики центральных образов почв 14-го почвенного района Алтайского края. Разработана информационно-логическая модель диагностики центральных образов региональных почв. Полученные количественные характеристики диагностических признаков и их изменения в профиле почв зонального эталона могут служить показателями для агроэкологического мониторинга почв.

*Ключевые слова:* классификация почв, региональные эталоны почв, агрохимические показатели, таксономический вес признака.

---

A. S. Strebkova<sup>1</sup>, Ye. G. Pivovarova<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Altai State University, Barnaul, Russia E-mail: alena040994@mail.ru

<sup>2</sup>Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia E-mail: pilegri@mail.ru

## REGIONAL SOIL STANDARDS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE ALTAI TERRITORY

*Abstract.* An approach to the development of regional soil standards of the 14th soil region of the Altai Territory based on agrochemical indicators is proposed. The taxonomical weight of the features of the main soil types (subtypes) of the 14th soil region in accordance with the profile genetic classification of soils of the USSR, 1977, was determined. So, such diagnostic features as the sum of absorbed bases, the content of gross nitrogen, clay fraction, absorbed calcium have the highest taxonomical weight. With the help of two-factor information logical analysis (ILA), quantitative characteristics of the central soil images of the 14th soil region of the Altai Territory were developed. An information-logical model for diagnosing the central images of regional soils has been elaborated. The obtained quantitative characteristics of diagnostic features and their changes in the soil profile of the zonal standard can serve as indicators for agroecological monitoring of soils.

*Keywords:* soil classification, regional soil standards, agrochemical indicators, taxonomical weight of a feature.

**В**ведение. В настоящее время при проведении современных почвенных исследований по мере усиления антропогенной нагрузки на почвы приходится учитывать и роль современных динамических процессов, приводящих к деградации почвенного покрова. В ряде работ [1, 4, 5] обосновано, что на уровне почвенного района выделяются количественные различия диагностических признаков одного и того же «центрального образа». Также было установлено [3], что разработка региональных эталонов «центрального образа» позволяет на долгосрочной основе проводить почвенный экологический мониторинг. На территории Алтайского края в соответствии с почвенно-географическим районированием 1959 г. выделяют 12 подзон и 44 почвенных района [7], для каждого из которых необходимо разработать региональные эталоны почв. Целью настоящей работы является разработка математических моделей региональных эталонов почв 14-го почвенного района лесостепной зоны Алтайского края.

*Материалы и методы исследования.* Объектом исследования явились почвы зоны выщелоченных черноземов и серых лесных почв, согласно почвенно-географическому районированию Алтайского края. Разработка региональных эталонов осуществлялась на примере 14-го почвенного района выщелоченных среднегумусных среднеспособных и малоспособных черноземов и темно-серых лесных почв [7]. Математическая обработка данных проводилась по материалам крупномасштабного почвенного обследования АлтайНИИГипрозем за 1993 г. по 27 хозяйствам четырех административных районов (Первомайский, Тальменский, Зональный, Косихинский) Алтайского края (выборка — 1360 объектов).

В качестве методической основы был использован информационно-логический анализ (ИЛА) [8]. Основными параметрами ИЛА являются коэффициент эффективности передачи информации ( $K_{эфф}$ ) между изучаемыми параметрами (теснота связи между фактором и явлением) и специфичные (наиболее вероятные) состояния функции (почвенного свойства) для определенных состояний аргумента (таксономической группы) [6]. Набор специфичных состояний свойств для каждой таксономической группы исследуемых почв может служить виртуальным образом определенной таксономической группы (типа, подтипа) для данного региона (региональный эталон).

*Результаты и их обсуждение.* Для территории 14 почвенного района были выделены основные таксономические группы в соответствии с профилльно-генетической классификацией почв СССР 1977 г. [2]. Региональными почвами района являются черноземы выщелоченные, оподзоленные, темно-серые лесные, серые лесные и светло-серые лесные почвы. Данные почвы при проведении информационного анализа были выстроены в генетические сопряженный ряд (в соответствии с номером ранга), отражающий интенсивность гумусово-аккумулятивного (дернового) и ослабление подзолистого процессов почвообразования при переходе от серых лесных почв к черноземам.

При разработке центральных образов региональных эталонов почв 14-го почвенного района в качестве функции выступают физико-химические свойства почв (таксономические признаки), так как почвенные свойства отражают основные и второстепенные почвообразовательные процессы. Именно генезис в той или иной степени лежит в основе профилльно-генетической классификации почв СССР 1977 г. [4].

С целью выявления таксономического веса диагностических свойств почв были использованы параметры информационного анализа. По величине  $K_{эфф}$  установлен таксономический вес каждого признака. Наибо-

более высокий коэффициент эффективности передачи информации к таксону имеет содержание гумуса, % (0,1912), что свидетельствует о разной интенсивности проявления гумусово-аккумулятивного процесса почвообразования в выделенных таксономических группах. Достаточно высокий таксономический вес таких диагностических признаков, как сумма поглощенных оснований м-экв. (0,1687), содержание валового азота, % (0,1666), илистой фракции, % (0,1622), поглощенный  $\text{Ca}_2$  + м-экв. (0,1593), что отражает значительную вариацию этих признаков внутри однородной совокупности (таксономической группы). Несколько ниже значения  $K_{\text{эфф}}$  по содержанию фракции физической глины, % и рН солевая. Наименьший таксономический вес имеют такие диагностические признаки, как гидролитическая кислотность Нг, м-экв/100 г (0,0910), поглощен.  $\text{Mg}_2$  + м-экв. (0,0263), содержание подвижного фосфора  $\text{P}_2\text{O}_5$ , мг/100 г (0,0225), содержание обменного  $\text{K}_2\text{O}$ , мг/100 г (0,0365).

По результатам двухфакторного информационно-логического анализа определены наиболее вероятные состояния свойств для каждой таксономической группы исследуемых почв, набор которых может служить виртуальным образом определенного типа (подтипа) для данного региона (количественная модель) (табл. 1). Рассмотрим специфичные состояния свойств чернозема выщелоченного.

Таблица 1

**Характеристика регионального эталона — чернозема  
выщелоченного 14-го почвенного района Алтайского края**

| Таксономический признак                   | Специфическое состояние,<br>метрическое значение, ранг |                  |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------|
|                                           | Ап                                                     | АВ               |
| Мощность, А+АВ, см                        | 20,01–25,0 (2)                                         |                  |
| ФГ (<0,01 мм), %                          | 35,01–40,0 (5)                                         | 35,01–40,0 (5)   |
| Ил (<0,001 мм), %                         | 15,01–20,0 (3)                                         | 15,01–25,0 (3–4) |
| рН солевая                                | 5,01–6,0 (2–3)                                         | 5,51–6,0 (3)     |
| Гидролитическая кислота, мг-экв/100 г     | 3,01–4,0 (3)                                           | 3,01–4,0 (3)     |
| Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г | 25,01–30,0 (5)                                         | 15,01–20,0 (3)   |
| Поглощенный $\text{Ca}_2$ + мг-экв/100 г  | 15,01–25,0 (3–4)                                       | 10,01–20,0 (2–3) |
| Поглощенный $\text{Mg}_2$ + мг-экв/100 г  | 2,51–5,0 (2)                                           | <2,5–5,0 (1–2)   |
| $\text{P}_2\text{O}_5$ , мг/100 г         | 15,01–20,0 (3)                                         | 20,01–25,0 (4)   |
| $\text{K}_2\text{O}$ , мг/100 г           | 6,01–12,0 (3–4)                                        | 3,01–6,0 (2)     |
| Гумус, %                                  | 5,01–>6,01 (5–6)                                       | 2,01–3,0 (2)     |
| Валовый азот, %                           | >0,31 (6)                                              | 0,11–0,15 (2)    |

В целом, можно заключить, что для регионального эталона чернозема выщелоченного специфичен аккумулятивный характер распределения веществ по генетическим горизонтам. В то же время в профиле чернозема выщелоченного отмечается нарушение аккумулятивного характера распределения фосфора: в пахотном горизонте содержание подвижного фосфора варьируется в пределах 15,01–20,0 мг/100 г, но не превышает содержание  $P_2O_5$  в подпахотном горизонте, это свидетельствует об агроистощении почв в отношении фосфора. В верхнем горизонте происходит обеднение чернозема выщелоченного илистой фракцией, что может быть обусловлено проявлением эрозионного процесса.

При помощи однофакторного информационно-логического анализа [8], учитывая таксономический вес диагностического признака пахотного и подпахотного горизонтов на основе сопоставления коэффициента эффективности передачи информации ( $K_{эфф}$ ) (табл. 2), и обобщая результаты с помощью функций многозначной логики, была разработана качественная модель регионального эталона.

Таблица 2

**Коэффициент эффективности передачи информации  
диагностических признаков (таксономический вес) по горизонтам**

| Свойства                                   | Коэффициент эффективности передачи информации $K_{эфф}$ |        |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------|
|                                            | Ап                                                      | АВ     |
| Мощность, А+АВ, см                         | 0,0548                                                  |        |
| ФГ (<0.01 мм), %                           | 0,1900                                                  | 0,1780 |
| Ил (<0,001 мм), %                          | 0,2552                                                  | 0,2657 |
| рН солевая                                 | 0,2191                                                  | 0,1375 |
| Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г | 0,0938                                                  | 0,0634 |
| Сумма поглощенных оснований, мг-экв./100 г | 0,2410                                                  | 0,1676 |
| Поглощенный $Ca_2$ + мг-экв./100 г         | 0,2434                                                  | 0,1631 |
| Поглощенный $Mg_2$ + мг-экв./100 г         | 0,0748                                                  | 0,0483 |
| $P_2O_5$ , мг/100 г                        | 0,0178                                                  | 0,0497 |
| $K_2O$ , мг/100 г                          | 0,0121                                                  | 0,0297 |
| Гумус, %                                   | 0,2203                                                  | 0,0716 |
| Валовый азот, %                            | 0,2016                                                  | 0,0924 |

Информационно-логическая модель для определения типов и под-типов почв 14 почвенного района Алтайского края имеет вид:

$$ТП = Ил^{AB}, \boxtimes Ил^{An}, \boxtimes (S^{An}, \boxtimes Ca^{An}, \wedge (\Gamma^{An}, \boxtimes pHc^{An}, \boxtimes Nv^{An})),$$

где  $ТП$  — ранг подтипа почвы;  $Ил$  — ранг по содержанию ила;  $S$  — ранг суммы поглощенных оснований;  $Ca$  — ранг по содержанию поглощенного кальция;  $\Gamma$  — ранг по содержанию гумуса;  $pHc$  — ранг водородного показателя;  $Nv$  — ранг по содержанию валового азота;  $\wedge$  — знак функции конъюнкции;  $\boxtimes$  — знак функции нелинейного произведения.

Разработанная качественная модель протестирована на 30 различных почвах и в 80% случаев дает безошибочный прогноз (совпадение ранг в ранг). Достоверность модели можно оценить, сравнивая фактический ранг с теоретическим рангом модели, используя метод корреляционного анализа (рис. 1).

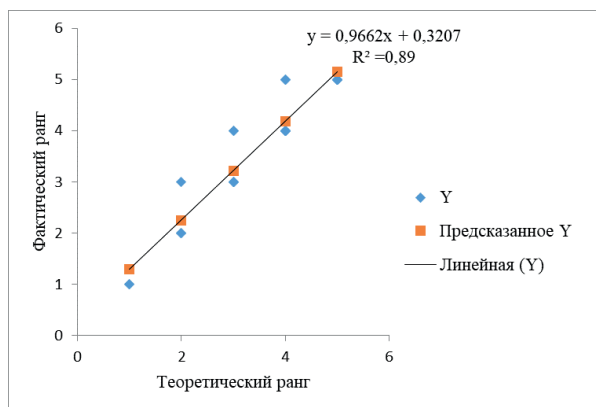


Рис. 1. Оценка точности качественной модели региональных эталонов 14 почвенного района по профилльно-генетической классификации почв СССР 1977 г.

Корреляция между фактическими и теоретическими значениями линейная,  $R^2=0,89$ , точность полученной модели высокая. Таким образом, полученная качественная модель может быть использована при диагностике почв и проведении почвенно-экологического мониторинга.

**Выводы.** С помощью информационно-логического анализа определен таксономический вес диагностических признаков «центральных образов» региональных эталонов почв 14-го почвенного района Алтайского края. В профилльно-генетической классификации почв на уров-

не типа, подтипа наибольший таксономический вес имеют следующие признаки: содержание гумуса, % (0,1912), сумма поглощенных оснований мг-экв/100 г (0,1687), содержание валового азота, % (0,1666), содержание ила, % (0,1622), содержание поглощенного кальция мг-экв/100 г (0,1593).

На основе специфичных состояний свойств почв разработаны виртуальные эталоны определенного типа (подтипа) почв на уровне региона (количественная модель). Полученную количественную модель региональных эталонов почв можно использовать в долгосрочном мониторинге почв, их экологического состояния и оценке интенсивности агрогенной трансформации.

В результате выполненной работы разработана качественная информационно-логическая модель, позволяющая диагностировать основные типы почв исследуемой территории по профилно-генетической классификации, безошибочный прогноз составляет 80%. Качественные модели могут использоваться для уточнения таксономической группы почв, при возникновении неопределенности, или как дополнительный инструмент на подготовительных этапах картографирования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кононцева Е. В., Пивоварова Е. Г., Хлуденцов Ж. Г., Кононова А. Ю. Использование агрохимических свойств для характеристики центральных образцов почв подзоны южных черноземов засушливой степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 10 (168). С. 61–67.
2. Классификация и диагностика почв СССР. М. : Колос, 1977. 221 с.
3. Пивоварова Е. Г., Кононцева Е. В., Хлуденцов Ж. Г., Аверьянова И. П. Математические модели региональных эталонов в агрохимическом мониторинге почв // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 8 (178). С. 54–62.
4. Пивоварова Е. Г., Кононцева Е. В., Хлуденцов Ж. Г. Агрохимическая оценка свойств почв в системе почвенно-географического районирования Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (185). С. 61–69.
5. Пивоварова Е. Г., Кононцева Е. В., Курсакова В. С. Агрохимические и агрофизические особенности каштановых почв зоны сухой степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2021. № 8 (202). С. 44–49.
6. Пивоварова Е. Г. Моделирование агрохимических свойств в почве : учебно-методическое пособие. Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2015. 52 с.

7. Почвы Алтайского края. М. : Изд-во АН СССР, 1959. 380 с.

8. Пузаченко Ю. Г., Карпачевский Л. О., Взмуждаев Н. А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М. : Наука, 1970. С. 103–121.

## REFERENCES

1. Kononcheva E. V., Pivovarova E. G., Hludencov Zh. G., Kononova A. Yu. Ispol'zovanie agrohimicheskikh svoystv dlya harakteristiki central'nykh obrazov pochv podzony yuzhnykh chernozemov zasushlivoj stepi Altajskogo kraja // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 10 (168). S. 61–67.

2. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR. M. : Kolos, 1977. 221 s.

3. Pivovarova E. G., Kononcheva E. V., Hludencov Zh. G., Aver'yanova I. P. Matematicheskie modeli regional'nykh etalonov v agrohimicheskom monitoringe pochv // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 8 (178). S. 54–62.

4. Pivovarova E. G., Kononcheva E. V., Hludencov Zh. G. Agrohimicheskaya ocenka svoystv pochv v sisteme pochvenno-geograficheskogo rajonirovaniya Altajskogo kraja // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 3 (185). S. 61–69.

5. Pivovarova E. G., Kononcheva E. V., Kursakova V. S. Agrohimicheskie i agrofizicheskie osobennosti kashtanovykh pochv zony suhoj stepi Altajskogo kraja // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 8 (202). S. 44–49.

6. Pivovarova E. G. Modelirovanie agrohimicheskikh svoystv v pochve : uchebno-metodicheskoe posobie. Barnaul : RIO Altajskogo GAU, 2015. 52 s.

7. Pochvy Altajskogo kraja. М. : Изд-во АН СССР, 1959. 380 с.

8. Puzachenko Yh. G., Karpachevskij L. O., Vzmuzdaev N. A. Vozmozhnosti primeneniya informacionnologicheskogo analiza pri izuchenii pochvy na primere ee vlazhnosti // Zakonomernosti prostranstvennogo var'irovaniya svoystv pochv i informacionno-statisticheskie metody ih izucheniya. М. : Nauka, 1970. S. 103–121.

---

А. А. Субботина, Ш. Широв, Т. С. Голубева

---

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия  
E-mail: subbota53@mail.ru, shir. shirov. 93@mail.ru, golubevalv@inbox.ru

## **РЕСТАВРАЦИИ ПАРКА ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ГОРОДА БАРНАУЛА**

*Аннотация.* В статье рассматривается возможность реконструкции исторических объектов ландшафтной архитектуры г. Барнаула, а также история создания парка Центрального района. Предлагается вариант концепции реконструкции исторического парка в составе архитектурного, градостроительного ансамбля. Рекомендуются сохранить некоторые элементы планировочной структуры парка и его функциональное назначение для семейного и тихого отдыха горожан и гостей города.

*Ключевые слова:* реставрация, ландшафтная архитектура, культурное наследие, парк.

---

*L. L. Subbotina, Sh. Shirov, T. S. Golubeva*

---

Altai State University, Barnaul, Russia  
E-mail: subbota53@mail.ru, shir. shirov. 93@mail.ru, golubevalv@inbox.ru

## **RESTORATION OF THE PARK OF THE CENTRAL AREA CITIES BARNAUL**

*Abstract.* The article discusses the possibility of reconstructing historical objects of landscape architecture in the city of Barnaul, as well as the history of the creation of the park of the Central District. A variant of the concept of reconstruction of a historical park as part of an architectural, urban planning ensemble is proposed. It is recommended to preserve some elements of the park's planning structure and its functional purpose for family and quiet recreation of citizens and guests of the city.

*Keywords:* restoration, landscape architecture, cultural heritage, park.

**В**ведение. Парк Центрального района г. Барнаула может быть отнесен к группе объектов культурного наследия, имеющих особую природную и историческую ценность. Его появление связано с важным этапом развития промышленного производства города. Он представляет собой ценность с точки зрения истории, архитектуры, градостроительства, науки, техники, социальной культуры и явля-

ется свидетельством Екатерининской эпохи, подлинными источниками информации о зарождении сереброплавильного дела на Алтае. Реконструкция этого парка может послужить делу осуществления социальной преемственности поколений.

*Материалы и методы исследования.* Проведение реставрации ансамбля памятника предполагает проведение научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ. Подобный алгоритм позволяет выявить и сохранить элементы исторической планировки парка, установить видовой состав растений, используемых для его создания.

Реставрация предполагает воссоздание утраченных объектов историко-градостроительной среды, даже не обладающих статусом объекта культурного наследия. Это позволяет восстановить ценные композиционные и архитектурные характеристики объектов культурного наследия, расположенных в непосредственной близости от парка Центрального района. Реконструкция осуществляется с использованием архивных проектных материалов и обмерных чертежей, с использованием идентичных строительных материалов и конструктивных приёмов, с обязательным воссозданием композиций из декоративных растений.

Территория исследуемого объекта включает в себя земельные участки, непосредственно занятые объектом культурного наследия и связанные с ним исторически и функционально. Границы территории определялись с помощью чертежей и фотографий. Было установлено, что современные границы парка не совпадают с историческими границами земельного участка (рис. 1), что в значительной степени усложняет реконструкцию парка.



Рис. 1. Вид на парк со стороны Соборной площади

В соответствии с положениями Федерального закона от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [1] произведения ландшафтной архитектуры могут представлять собой самостоятельный ансамбль или входить в состав архитектурного, градостроительного комплекса. Данный парк может рассматриваться как часть территории сереброплавильного завода, имеющего статус объекта культурного наследия федерального уровня. Характер исторического и современного использования парка позволяет классифицировать его как объект городского озеленения преимущественно утилитарного характера. По назначению отдельные участки парка могут быть отнесены к ботаническим садам, другие — к аптекарским садам и огородам, третьи — к паркам, предназначенным для массового отдыха.

С создания Центрального парка начался процесс озеленения территории г. Барнаула. Местоположение парка имеет прямое отношение к главной планировочной оси территории металлургического завода — плотине. Она была возведена в 1744 г., длиной 245,5 саженей. На плане Барнаульского сереброплавильного завода 1752 г., составленном Пименом Евсеевичем Старцевым, хорошо видна озелененная часть площади, сосновый полисад по ее нижнему краю, а близ канцелярии и каменной кладовой палаты — два небольших садика [2].

Документы Центрального хранения архивных фондов Алтайского края сохранили план барнаульского «Кабинетского приаптекорского сада». План имеет простую и ясную композицию: две главные осевые аллеи разделяют территорию, образуя в месте пересечения центральную площадку в форме круга и придают системе посадок геометрический вид. Вход в сад находился со стороны Петропавловской линии (ныне ул. Ползунова), откуда начиналось центральная аллея. Геометричность планировки соответствует регулярному стилю ботанических «садов-огородов» XVIII — начала XIX в. [3].

Согласно планам города, геометрическая планировка парка органично сочеталась с регулярной планировкой города. Сад примыкал к Заводской площади сереброплавильного завода. Важный этап озеленительных работ в Барнауле совпадает с периодом развернувшегося в первой половине XIX в. каменного строительства и формирования архитектурных ансамблей Петропавловской линии (ныне ул. Ползунова), Соборной (ныне пл. Свободы) и Демидовской площадей.

Петропавловская линия долгое время являлась одним из центров общественной жизни Барнаула и объединяла в градостроительный комплекс Демидовскую и Соборную площади. На протяжении истории го-

рода храмовые комплексы имели озелененные прихрамовые территории. В настоящее время на месте собора Петра и Павла находится сквер.

*Результаты и их обсуждение.* Парк Центрального района — один из старейших парков г. Барнаула. Его современная площадь составляет пять гектаров. Еще в середине XVIII в. на территории парка существовал аптекарский огород. В нем выращивались лекарственные растения. В барнаульском Аптекарском саду под руководством штаб-лекаря Семена Ивановича Шангина выращивались шалфей, мята, ромашка, хрен, горчица, лук, чеснок. Была плантация ревеня. Всего около 400 видов лекарственных трав и кореньев. Кроме того, С. И. Шангин культивировал здесь и дикорастущие растения из Горного Алтая, Китая, а в 1800 г. устроил даже оранжерею для теплолюбивых растений.

Позднее огород превратился в ботанический сад с 400 видами травянистых растений. Продукция ботанического сада была известна по всей Сибири. Через весь сад от ул. Петропавловской до р. Барнаулки проходила аллея. По мере роста Барнаула экологическая ситуация на его территории ухудшилась, выращивать травы стало невозможно, и в 1885 г. ботанический сад передали обществу попечения о начальном образовании, а через год придали ему статус городского сада. В то время территория простиралась на 20 га. Фактически фармацевтическая фабрика, нынешняя пл. Свободы и прилегающий к ней сквер были частью городского сада.

Сад стал парком в 1886 г. Здесь устраивались народные гулянья, на летней сцене шли представления Кружка любителей драматического искусства, основанного и возглавляемого страстным любителем театра Александром Лесневским. В 1935 г. в нем установили первые аттракционы — качели и карусели — на которых резвились дети и молодежь. А в 40-е годы прошлого столетия открылся летний кинотеатр с эстрадой, верандой и танцевальной площадкой. В дальнейшем сад преобразовали в обычный городской парк, который стал любимым местом отдыха горожан.

В 2016 г. Барнаул получил финансовую поддержку от государства на обустройство и строительство туристического кластера. Парк Центрального района вошел в состав туристического кластера «Барнаул — горнозаводской город». Первым преобразованием был проведен демонтаж старой ограды, произвели рубку части деревьев, находившихся вдоль ограды. Позже в парке провели демонтаж старой открытой сцены, заменив ее на современную [2]. Композиционным центром планировки современного парка был фонтан. Его построили в 80-е годы прошлого века для нужд филармонии, для охлаждения органа.

Территория современного парка на 60% занята зелеными насаждениями, здесь произрастают такие породы деревьев, как ель, лиственница, сибирский кедр, клен, яблоня, сирень, есть декоративные цветники и естественные лужайки. Парк действует с 1 мая по 1 октября. В это время работает эстрадная площадка с духовым оркестром, аттракционы «Веселые горки», «Карусель», «Автодром» и др. Проводятся выставки, спортивные соревнования, реализуются игровые программы и представления для детей. В зимнее время заливается каток.

Исследования 2019 г. позволили включить парк в объединенную зону охраны объектов культурного наследия федерального и регионального значения. Он включают в себя территорию, прилегающую к комплексу сооружений сереброплавильного завода и Ансамбля горнозаводской площади. В настоящее время парк представляет собой ценную историческую среду для комплекса объектов культурного наследия федерального и регионального значения — Комплекс сооружений сереброплавильного завода и Ансамбль горнозаводской площади.

Улицы, которыми ограничен парк, являются второстепенными. В непосредственной близости от парка находится конечная остановка трамвая и две конечные остановки междугороднего и внутреннего транспорта города. Близость остановок делает его местоположение благоприятным для дальнейшего развития. Вблизи парка расположены: государственная филармония Алтайского края, Краеведческий музей, музей «Мир камня», музей «Горная аптека», лестница в «Нагорный парк». Большинство зданий вокруг парка построены в XVIII–XIX вв.

Парк входит в туристский кластер «Барнаул — горнозаводской город», за летний период его посещают 100–200 тысяч человек. Для современного состояния парка со слаборазвитой сетью дорожек и малым количеством аттракционов рекреационная емкость не может привлекать 1000 человек в день. В настоящее время в парке практически полностью утрачены элементы исторической планировки, нет освещения, требуется обновление зеленых насаждений и аттракционов. Концепция реставрации парка учитывает то, что он является объектом культурного наследия регионального значения, памятником градостроительства и архитектуры под названием «Ботанический сад» (регистрационный номер 231410037090005), что накладывает очень строгие ограничения на проведение его реконструкции, согласно законодательству [1, 4]. К сожалению, свое историческое название «Ботанический сад», а сегодня это парк, не оправдывает своего определения, так как ассортимент растений в парке невелик.

Комплексная концепция реставрации парка Центрального района является составной частью общей концепции развития туристского кластера «Барнаул — горнозаводской город». В ней учтена специфика исторического парка — сочетание регулярной и ландшафтной планировок (рис. 2, 3). По площади в 5 га, а также по расположению и выполняемым функциям парк Центрального района следует отнести, согласно принятой классификации зеленых насаждений, к внутригородским зеленым насаждениям общего пользования, а именно к городским паркам, предназначенные для отдыха населения прилегающих микрорайонов.

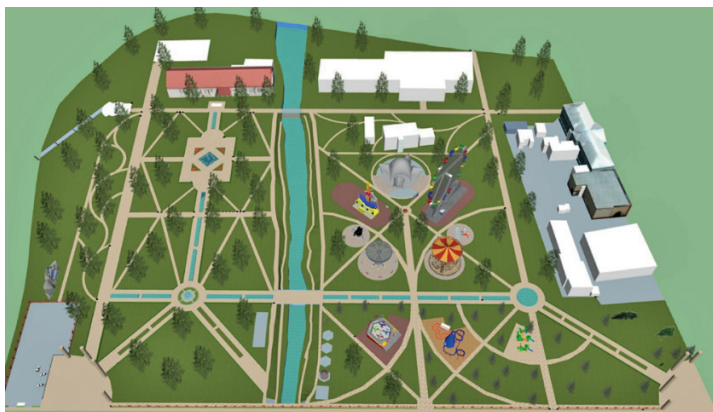


Рис. 2. Проектные предложения по реконструкции парка Центрального района



Рис. 3. Проектные предложения по реконструкции центральной аллеи парка

Функционально парк будет использоваться по-прежнему — для семейного и тихого отдыха горожан и гостей города. Новым для парка станет оборудование спортивной площадки для отдыха молодежи. Целесообразным будет и увеличение площади парка, для чего необходимо присоединить к нему территорию на правом берегу р. Барнаулки, что повысит эстетическую выразительность паркового ландшафта. Увеличение площади парка позволит обогатить породный состав древесных насаждений и создать новые ландшафтные композиции.

Концепцией предлагается создание двусторонней двухуровневой набережной с лестничными спусками к воде; возведение пешеходного мостика через Барнаулку в створе центральной аллеи. В качестве композиционного центра предлагается сохранить площадку с фонтаном. Для соединения парка Центрального района с Нагорным парком необходимо устройство канатной подвесной дороги.

В ходе реконструкции парка Центрального района произойдут изменения в распределении функциональных зон. С северо-запада сохранит свою значимость центральный вход в парк. Вокруг него будет формироваться входная композиция, которая сохранит свой исторический облик. В центре этой композиции имеется фонтан, который следует отреставрировать. В центральной части парка разместятся аттракционы и сохранится текущее местоположение сцены. В ходе реорганизации парка планируется увеличить площадь озеленения и создать композиции из деревьев и кустарников.

Проведение реконструкции данного объекта безальтернативно, так как в его окрестностях нет других равноценных ему озелененных территорий, пригодных для отдыха жителей города и туристов, который может сопровождаться познавательной деятельностью.

*Выводы.* Парк Центрального района представляет собой ценность с точки зрения истории, архитектуры, градостроительства, науки, техники и социальной культуры. Для осуществления реставрации парка сохранились необходимые и в достаточном количестве архивные материалы — схема местоположения и планировочной структуры парка, основной перечень растений аптекарского огорода. К сожалению, быстрое и точное воссоздание парка невозможно, так как существенно сокращена его площадь, изменено функциональное назначение и проведена существенная реконструкция ограждения. Тем не менее сохраняется потенциал частичного воссоздания планировочной структуры парка и его растительного покрова.

---

---

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации», принят Государственной думой 24.05.2002 г. (с изменениями от 27 февраля 2003 г., 22 августа, 29 декабря 2004 г., 3 июня, 31 декабря 2005 г., 28 июля 2012 г., 22 октября 2014 г., 3 июля 2016 г.).

2. *Старцев А. В., Тяпкин М. О., Тяпкина О. А.* История Барнаула. Барнаул, 2000. 330 с.

3. *Скубневский В. А.* Энциклопедия Барнаула. Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2000.

4. Постановление Правительства РФ № 315 от 26.04.2008 г. «Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации».

## REFERENCES

1. Federal'nyj zakon ot 25.06.2002 № 73-FZ «Ob ob'ektah kul'turnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kul'tury) narodov Rossijskoj Federacii», prinyat Gosudarstvennoj dumoj 24.05.2002 g. (s izmeneniyami ot 27 fevralya 2003 g., 22 avgusta, 29 dekabrya 2004 g., 3 iyunya, 31 dekabrya 2005 g., 28 iyulya 2012 g., 22 oktyabrya 2014 g., 3 iyulya 2016 g.).

2. *Starcev A. V., Tyapkin M. O., Tyapkina O. A.* Istoriya Barnaula. Barnaul, 2000. 330 s.

3. *Skubnevskij V. A.* Enciklopediya Barnaula. Barnaul : Izd-vo AltGU, 2000.

4. Postanovlenie Pravitel'stva RF № 315 ot 26.04.2008 g. «Ob utverzhdenii Polozheniya o zonah ohrany ob'ektov kul'turnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kul'tury) narodov Rossijskoj Federacii».

---

*Н. Ф. Харламова, Я. В. Коробицина*

---

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

E-mail: harlamovageo@rambler.ru, yana.korobitsina@bk.ru

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ (1966–2020)**

*Аннотация.* Представлены результаты анализа многолетней изменчивости характеристик снежного покрова (средняя декадная высота и запас воды в снежном покрове) в пределах территории Алтайского края и приграничных территорий Республики Алтай на основе данных 15 метеостанций. Установлены региональные особенности многолетних изменений высоты снежного покрова и снежности зим. На протяжении 54-летнего периода исследований 1966–2020 гг. наблюдалось уменьшение повторяемости малоснежных зим и заметное увеличение повторяемости многоснежных зим в 2000–2020 гг. вследствие возрастания количества твердых осадков. Выявлена практически однозначная корреляция изменчивости высоты снежного покрова в различных природных зонах края. Установлен значимый положительный тренд средней толщины снежного покрова в лесной зоне, положительный — в лесостепной и слабоположительный — в степной зоне края.

*Ключевые слова:* высота снежного покрова, снежность зим, малоснежные и многоснежные зимы, повторяемость, тренд, Алтайский край.

---

*N. F. Kharlamova, Ya. V. Korobitsina*

---

Altai State University, Barnaul, Russia

E-mail: harlamovageo@rambler.ru, yana.korobitsina@bk.ru

## **CURRENT STATE AND VARIABILITY OF SNOW COVER CHARACTERISTICS IN ALTAI TERRITORY (1966–2020)**

*Abstract.* The results of the analysis of the long-term variability of snow cover characteristics (average decadal height and water supply in the snow cover) within the territory of the Altai Territory and the border territories of the Altai Republic based on data from 15 weather stations are presented. Regional features of long-term changes in the height of snow cover and

snowiness of winters have been established. During the 54-year research period of 1966–2020, there was a decrease in the frequency of low-snow winters and a noticeable increase in the frequency of multi-snow winters in 2000–2020 due to an increase for precipitation. An almost unambiguous correlation of the variability of the snow cover height in various natural zones of the region has been revealed. There is a significant positive trend of the average height (thickness) of snow cover in the forest zone, positive — in the forest — steppe and weakly positive — in the steppe zone of the region.

*Keywords:* snow depth, snowiness of winters, winters with little snow and lots of snow, frequency, trend, Altai Krai.

**В**ведение. Снежным покровом согласно определению П. П. Кузьмина обычно называют лежащий на поверхности земли слой снега, образованный при снегопадах [3]. Территория края относится к области с устойчивым снежным покровом в течение холодного периода. Снежный покров устанавливается в среднем в первой — начале второй декады ноября, разрушается в первой — начале второй декады апреля [5, 7].

Изучением снежного покрова, снегозапасов, снежности зим на территории Алтайского края за период 1966–2015 гг. занимались многие исследователи [6–9]. Эти исследования необходимы для оценки и прогноза глубины промерзания грунта, объема весеннего половодья, в горной местности — опасности схода лавин, а также решения других задач.

*Материалы и методы исследования.* В целях изучения многолетней изменчивости характеристик снежного покрова и определения среднесуточных показателей высоты снежного покрова на территории Алтайского края и приграничных территорий Республики Алтай обработаны данные наблюдений 17 метеостанций за период 1966–2020 гг., представленные в открытом доступе на сайте Росгидромета ВНИИГ-МИ-МЦД [10]. Массив содержит характеристики снежного покрова по данным маршрутных снегомерных съемок. Наблюдения за снежным покровом по регламенту маршрутных снегомерных съемок осуществлялись через каждые 10 дней в течение холодного периода года и каждые пять дней в период интенсивного снеготаяния. Были отобраны метеостанции (табл. 1), наблюдения на которых осуществлялись в течение всего периода, начиная с 1966 г. по настоящее время (отсутствие наблюдений не более 2 лет) [4].

**Характеристика снежного покрова Алтайского региона  
(1966–2015 гг., 1966–2020 гг., 2015–2020 гг.)**

| №<br>п/п | Гидрометеорологическая<br>станция | Высо-<br>та над<br>уровнем<br>моря, м | Средняя декад-<br>ная высота<br>снежного покро-<br>ва, 1966–2015 гг.,<br>см [4] | Средняя вы-<br>сота снежно-<br>го покрова,<br>1966–2020 гг.,<br>см | Средняя вы-<br>сота снежно-<br>го покрова,<br>2015–2020 гг.,<br>см |
|----------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1        | Алейск                            | 174                                   | 25                                                                              | 16,8                                                               | 18,7                                                               |
| 2        | Баево                             | 120                                   | 25                                                                              | 17,2                                                               | 22,2                                                               |
| 3        | Барнаул                           | 183                                   | 35                                                                              | 22,7                                                               | 28,4                                                               |
| 4        | Бийск-Зональная                   | 222                                   | 46                                                                              | 31,9                                                               | 40,2                                                               |
| 5        | Волчиха                           | 207                                   | 34                                                                              | 26,9                                                               | 28,7                                                               |
| 6        | Камень-на-Оби                     | 127                                   | 28                                                                              | 18,7                                                               | 21,2                                                               |
| 7        | Ключи                             | 142                                   | 20                                                                              | 15,8                                                               | 17,4                                                               |
| 8        | Родино                            | 158                                   | 25                                                                              | 17,2                                                               | 23,8                                                               |
| 9        | Рубцовск                          | 216                                   | 21                                                                              | 12,9                                                               | 14,7                                                               |
| 10       | Славгород                         | 125                                   | 22                                                                              | 15,4                                                               | 19,9                                                               |
| 11       | Тальменка                         | 144                                   | 56                                                                              | 37,3                                                               | 44,9                                                               |
| 12       | Хабары                            | 138                                   | 33                                                                              | 23,9                                                               | 34,9                                                               |
| 13       | Змеиногорск                       | 354                                   | 41                                                                              | 26,9                                                               | 37,7                                                               |
| 14       | Тогул                             | 271                                   | 54                                                                              | 37,8                                                               | 53,4                                                               |
| 15       | Ребриха                           | 218                                   | 54                                                                              | -                                                                  | -                                                                  |
| 16       | Яйлю                              | 482                                   | 55                                                                              | 38,7                                                               | 36,3                                                               |
| 17       | Онгудай                           | 831                                   | 25                                                                              | 12,3                                                               | 19,8                                                               |
| 18       | Усть-Кокса                        | 977                                   | 17                                                                              | 19,8                                                               | 25,5                                                               |

Значительные различия в величинах высоты снежного покрова между 1966–2015 гг. [4] и 1966–2020 гг. обусловлены используемыми методами определения высоты данной характеристики. В первом случае средняя декадная высота снежного покрова определялась по постоянной рейке, установленной на метеостанции, а для декад, в которые снежный покров отсутствовал более чем в 50% зим, средняя высота не вычислялась. В данной работе средняя высота снежного покрова за период 1966–2020 гг. рассчитана по данным маршрутных снегомерных съемок. Следует отметить, что на сайте Росгидромета [10] отсутствуют данные по высоте снежного покрова за 1971–1972 гг., а также имеются неполные данные для зимы 1973–1974 гг. по большинству

ГМС Алтайского края. Пропуски в рядах данных были восстановлены с помощью метода изомер на основе корреляционных отношений.

*Результаты и их обсуждение.* Средняя многолетняя высота снежного покрова за 2015–2020 гг. на всех метеостанциях Алтайского края превышает средние значения высоты снежного покрова за весь период наблюдений 1966–2020 гг., что свидетельствует о наличии цикла многолетних зим вследствие увеличения количества твердых осадков.

Территория края характеризуется неравномерным распределением снежного покрова. Наибольшая его средняя высота в многолетнем разрезе закономерно характерна для наветренных склонов хребтов Салаирского кряжа (Тогул — 37,8 см) и Северо-Западного Алтая (Змеиные горы — 26,9 см) вследствие благоприятных орографических условий по отношению к циклонам и значительной шероховатости лесных массивов. На равнинной территории края максимальные значения средней высоты снежного покрова наблюдаются на северо-востоке (Тальменка — 37,3 см), что происходит благодаря значительной лесистости территории и повышенной повторяемости циклонов. Значительная толщина снежного покрова формируется каждой зимой и на наветренных склонах Бийско-Чумышской возвышенности (Бийск-Зональная — 31,9 см), отличающихся развитой овражно-балочной сетью (см. табл. 1).

Наименьшие из средних высот снежного покрова характерны для степной равнинной территории Кулунды и Приобского плато — Славгород, Ключи, Баево, Алейск, Родионо (15–17 см). Этому способствует увеличенная повторяемость антициклональной погоды с низкими температурами и небольшим количеством осадков вследствие застоя холодных воздушных масс в понижении Кулундинской котловины, увеличенные скорости ветра и активная метелевая деятельность [5–7]. В степных районах снег залегает неравномерно из-за грядового характера рельефа и открытой для сильных ветров поверхности, что может приводить к вымерзанию озимых посевов.

Высота ежегодно формирующегося снежного покрова на территории Алтайского края закономерно возрастает в направлении с запада на восток и юго-восток вследствие увеличения высоты местности, смены ландшафтов от степных до лесных и активизации циклонической деятельности.

Анализ временной изменчивости в течение периода 1966–2020 гг. средней высоты (толщины) снежного покрова по данным маршрутных снегомерных съемок в окрестностях ГМС Барнаул, Славгород и Тогул, свидетельствуют о наличии значимого положительного тренда в лесной зоне, положительного — в лесостепной зоне и слабopоложитель-

ного — в степной зоне края. Выявлена практически однозначная корреляция изменчивости средней высоты снежного покрова в различных природных зонах края (рис. 1).

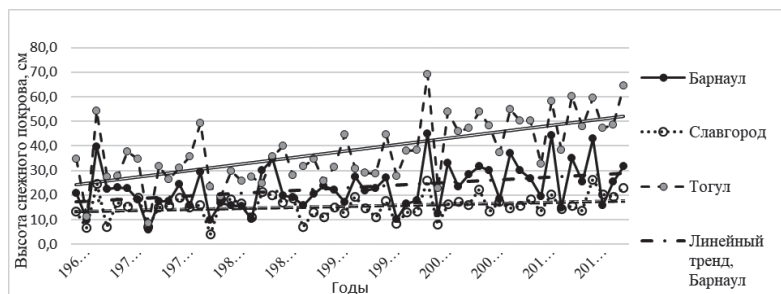


Рис. 1. Изменчивость средней высоты снежного покрова (по данным маршрутных снегомерных съемок за 1966–2020 гг.)

Для оценки изменчивости снежности зим на территории Алтайского края и прилегающих районов Республики Алтай за период 1966–2020 гг. использован такой показатель, как средняя толщина снежного покрова за холодный период. Снежность является комплексным понятием, которое включает целый ряд явлений и процессов, отражая режимные характеристики снежного покрова — сроки его возникновения, существования и схода, данные о количестве осадков и максимальных снегозапасов [2].

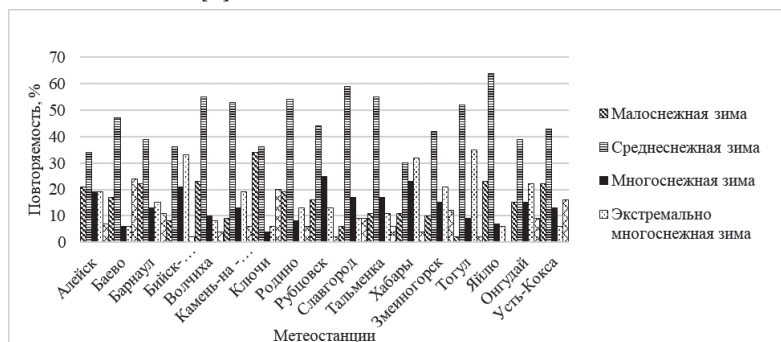


Рис. 2. Повторяемость снежности зим на ГМС Алтайского края и Республики Алтай, 1966–2020 гг., %

В снеговедении оценка снежности зим традиционно проводится на основании сведений о среднедекадных значениях толщины снежно-

го покрова. В настоящей работе для этой цели использован такой показатель, как средняя толщина снежного покрова за холодный период, что расширяет возможности статистической обработки информации и позволяет оценивать аномалии величин снежности, ее изменчивость, тренды и соотносить данные по снежности с количеством зимних осадков. На основе известной типизация зим по снежности разработана типизация [1], учитывающая отклонение величины снежного покрова от нормы, при этом за пороговую величину отклонения для мало- и многоснежных зим принята величина, равная  $\pm 25\%$ , экстремально снежных и бесснежных зим  $\pm 50\%$  [7, 8].

На равнинной территории Алтайского края малоснежные зимы чаще всего наблюдаются в районе Алейска, Рубцовска, Волчихи и Ключей, многоснежные зимы — в Бийск-Зональной, Тогуле и Хабарях (см. рис. 2).

Многолетняя повторяемость снежности зим, по данным метеостанции Барнаул за период 1966–2020 гг., имеет следующее распределение: малоснежные зимы — 22%, среднеснежные — 39%, многоснежные — 13%, экстремально снежные — 15%, бесснежные — 11% (рис. 3).

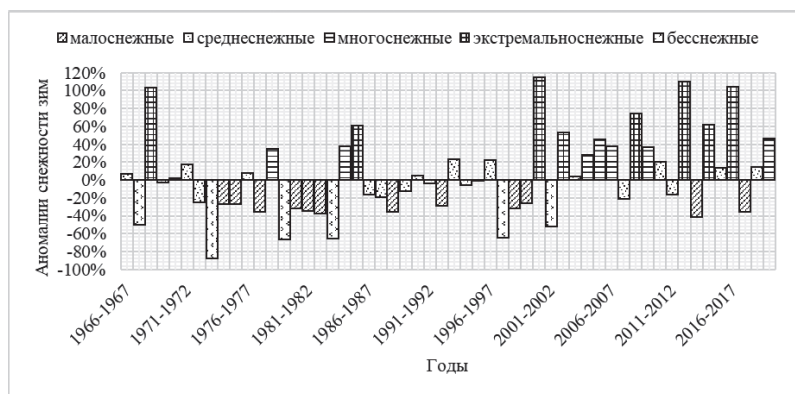


Рис. 3. Аномалии снежности зим (%) по данным метеостанции Барнаул (1966–2020)

В течение 1966–2020 гг. в Алтайском крае выявлены годы с большой и экстремально большой снежностью зим, характерной одновременно для большинства исследуемых метеостанций: 1968–1969; 1972–1973; 1976–1977; 2000–2001; 2005–2006; 2008–2009; 2012–2013; 2014–2015; 2016–2017 и 2019–2020. Таким образом, повторяемость многоснежных зим значительно увеличилась в период 2000–2020 гг. В течение

ние 54-летнего периода повторяемость малоснежных зим значительно меньше: 1967–1968; 1979–1980; 1983–1984; 2001–2002 гг.

Для оценки водных ресурсов территории важной величиной является максимальный снегозапас, или наибольший запас воды в снежном покрове — это общее количество воды в твердом и жидком виде, содержащееся в снежном покрове на момент максимального его накопления. Термин «максимальный снегозапас» употребляется в смысле наибольшего запаса воды в снежном покрове за отдельную зиму и рассчитан за годы с большей и экстремально большей снежностью зим по формуле:

$$W = h_{cp} \times \rho_{cp} \times 10 \text{ (см} \times \text{г/см}^2\text{)},$$

где  $h_{cp}$  — средняя высота снежного покрова,  $\rho_{cp}$  — средняя плотность снежного покрова [6, 7].

По полученным результатам нами был проведен Сравнительный анализ средних и наибольших запасов воды в снежном покрове за периоды 1966–2015 и 1966–2020 гг. (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнительный анализ средних и наибольших запасов воды  
в снежном покрове за периоды 1966–2015 и 1966–2020 гг.**

| №  | Метеостанция    | Данные 1966–2015 гг. [7, 8] | Данные 1966–2020 гг. |
|----|-----------------|-----------------------------|----------------------|
| 1  | Алейск          | 62                          | 68                   |
| 2  | Баево           | 67                          | 66                   |
| 3  | Барнаул         | 92                          | 82                   |
| 4  | Бийск-Зональная | 119                         | 130                  |
| 5  | Волчиха         | 86                          | 92                   |
| 6  | Камень-на-Оби   | 68                          | 62                   |
| 7  | Ключи           | 48                          | 50                   |
| 8  | Родио           | 75                          | 76                   |
| 9  | Рубцовск        | 48                          | 43                   |
| 10 | Славгород       | 60                          | 51                   |
| 11 | Тальменка       | 139                         | 126                  |
| 12 | Хабары          | 88                          | 81                   |
| 13 | Змеиногорск     | 107                         | 115                  |
| 14 | Тогул           | 137                         | 142                  |

*Выводы.* Оценка временной изменчивости средней высоты (толщины) снежного покрова и снежности зим на территории Алтайского края

в течение 1966–2020 гг. свидетельствуют о наличии тенденции к увеличению высоты снежного покрова и запасов воды в нем на большинстве метеостанций, за исключением степных и отдельных лесостепных районов. Как и высота снега, запас воды в снежном покрове зависит от многих факторов, в том числе орографических особенностей, степени открытости территории и степени лесистости, повторяемости метелей и др. Подобные закономерности необходимо учитывать при организации сельскохозяйственной деятельности, прогнозировании весеннего половодья, определении нагрузок от снега на крыши зданий и других аспектах научных исследований и сферы экономики региона.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галахов Н. Н. Выделение типов зим по высоте и динамике снежного покрова на большей части территории СССР // Роль снежного покрова в природных процессах. М. : Изд-во АН СССР, 1961. С. 11–26.
2. Гляциологический словарь / под ред. В. М. Котлякова. Л. : Гидрометеиздат, 1984. 528 с.
3. Кузьмин П. П. Формирование снежного покрова и методы определения снегозапасов. М. : Гидрометеиздат, 1960. 171 с.
4. Маршрутные снегомерные съемки. URL: <http://meteo.ru>.
5. Харламова Н. Ф. Климат Алтайского региона : учебник. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013. 108 с.
6. Харламова Н. Ф., Казарцева О. С. Снежный покров Алтайского региона как важный фактор функционирования природных и социально-экономических систем // Трансформация социально-экономического пространства Евразии в постсоветское время: сб. статей. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2014. С. 203–206.
7. Харламова Н. Ф., Казарцева О. С. Пространственно-временные характеристики снежного покрова Алтайского края // матер. науч. конф. «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования». Барнаул, 20–24 октября 2015. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2015. С. 1403–1406.
8. Харламова Н. Ф., Казарцева О. С., Дьякова Г. С. Изменчивость толщины снежного покрова, снегозапасов и снежности зим на территории Алтайского края за период 1966–2015 гг. // Географические исследования молодых ученых в регионах Азии : матер. молодежной конф. с межд. участием. Барнаул — Белокуриха, 7–11 ноября 2016 г. / ред. О. В. Останин. Барнаул : Пять плюс, 2016. С. 41–45.
9. Харламова Н. Ф., Казарцева О. С. Оценка пространственной изменчивости максимальных снегозапасов на территории Алтайского

края с применением ландшафтно-индикационных методов // География и природопользование Сибири. 2017. № 23. С. 206–220.

10. Специализированные массивы для климатических исследований. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index0.xhtml> (дата обращения: 09.04.2022)

## REFERENCES

1. *Galahov N. N.* Vydelenie tipov zim po vysote i dinamike snezhnogo pokrova na bol'shej chasti territorii SSSR // Rol' snezhnogo pokrova v prirodnyh processah. — M. : Izd-vo AN SSSR, 1961. S. 11–26.

2. *Glyaciologicheskij slovar' / pod red. V. M. Kotlyakova.* — L. : Gidrometeoizdat, 1984. — 528 s.

3. *Kuz'min P. P.* Formirovanie snezhnogo pokrova i metody opredeleniya snegozapasov. — M. : Gidrometeoizdat, 1960. — 171 s.

4. *Marshrutnye snegomernye s'emki [Elektronnyj resurs]* — Rezhim dostupa: <http://meteo.ru>.

5. *Harlamova N. F.* Klimat Altajskogo regiona: uchebnik. — Barnaul : Izd-vo Alt. un-ta, 2013. — 108 s.

6. *Harlamova N. F., Kazarceva O. S.* Snezhnyj pokrov Altajskogo regiona kak vazhnyj faktor funkcionirovaniya prirodnyh i social'no-ekonomicheskikh sistem // Transformaciya social'no-ekonomicheskogo prostranstva Evrazii v postsovetское vremya: sb. Statej. Barnaul : Izd-vo Alt. un-ta, 2014. S. 203–206.

7. *Harlamova N. F., Kazarceva O. S.* Prostranstvenno-vremennye harakteristiki snezhnogo pokrova Altajskogo kraja // mater. nauch. konf. «Lomonosovskie chteniya na Altae: fundamental'nye problemy nauki i obrazovaniya». Barnaul, 20–24 oktyabrya 2015. Barnaul : Izd-vo Alt. un-ta, 2015. S. 1403–1406.

8. *Harlamova N. F., Kazarceva O. S., D'yakova G. S.* Izmenchivost' tolshchiny snezhnogo pokrova, snegozapasov i snezhnosti zim na territorii Altajskogo kraja za period 1966–2015 gg. // Geograficheskie issledovaniya molodyh uchenyh v regionah Azii: mater. molodezhnoj konf. s mezhd. Uchastiem. Barnaul — Belokuriha, 7–11 noyabrya 2016 g. / red. O. V. Ostanin. Barnaul : Pyat' plyus, 2016. S. 41–45.

9. *Harlamova N. F., Kazarceva O. S.* Ocenka prostranstvennoj izmenchivosti maksimal'nyh snegozapasov na territorii Altajskogo kraja s primeneniem landshaftno-indikacionnyh metodov // Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri (pod red. G. YA. Baryshnikova. 2017. № 23. S. 206–220.

10. Специализированные массивы для климатических исследований. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index0.xhtml> (дата обращения: 09.04.2022).

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Бабаякова А. О.</i> Сохранность реликтовой водной растительности озера Манжерок в Горном Алтае .....                                                                           | 3   |
| <i>Барышников С. Г.</i> Основные источники загрязнения Иртыша в Омской области.....                                                                                               | 12  |
| <i>Барышников С. Г., Ротанова И. Н.</i> Влияние природных и антропогенных факторов на русловые процессы Верхней Оби .....                                                         | 20  |
| <i>Барышникова О. Н.</i> Особенности высотной поясности Саянской области Алтае-Саянской физико-географической страны на современном этапе.....                                    | 34  |
| <i>Борисенко М. А., Маменов С. Д., Найзабаева Ш. Х., Самоделко И. Л.</i> Исторические особенности формирования и современное состояние транспортной системы Алтайского края ..... | 47  |
| <i>Голубева Т. С., Барышникова О. Н., Субботина Л. Л., Коршунова Е. Е.</i> Стратегия создания природно-рекреационного каркаса городского округа Барнаула .....                    | 58  |
| <i>Гуськова Т. А., Хромых В. С.</i> Островные северные лесостепи юго-востока Западно-Сибирской равнины (происхождение, ландшафты, динамика) .....                                 | 73  |
| <i>Егорина А. В.</i> Атмосферные процессы в условиях внутриконтинентального орографического барьера казахстанского Алтая.....                                                     | 85  |
| <i>Колядо И. Б., Плугин С. В., Коновалов Б. Ю.</i> Смертность среди жителей Алтайского края в 2020–2021 годах, подвергавшихся радиационному воздействию .....                     | 94  |
| <i>Кусаинова А. А., Мезенцева О. В., Тусупбеков Ж. А.</i> Влияние увлажнения территории на биологическую продуктивность в аридных условиях .....                                  | 101 |
| <i>Нурбеков М. М., Барышников Г. Я.</i> Мировая практика развития зеленой энергетики и получение солнечной энергии в Горном Алтае.....                                            | 107 |

---

---

|                                                                                                                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Пивень П. В., Тюменцев К. А. Нанобактерии в питьевых водах Алтайского края.....</i>                                                                       | <i>116</i> |
| <i>Пиманкина Н. В. Изменчивость снежного покрова в казахстанском Алтае по наземным наблюдениям.....</i>                                                      | <i>124</i> |
| <i>Ротанова И. Н., Гайда В. В., Пивкин А. А. Интерактивное ландшафтное картографирование Алтайского края (на материалах Первомайского района) .....</i>      | <i>138</i> |
| <i>Рязанова А. А. Безопасность населения при землетрясениях в Алтайском регионе .....</i>                                                                    | <i>152</i> |
| <i>Стребкова А. С., Пивоварова Е. Г. Региональные эталоны почв лесостепной зоны Алтайского края .....</i>                                                    | <i>160</i> |
| <i>Субботина Л. Л., Широков Ш., Голубева Т. С. Реставрации парка Центрального района города Барнаула .....</i>                                               | <i>168</i> |
| <i>Харламова Н. Ф., Коробицина Я. В. Современное состояние и изменчивость характеристик снежного покрова на территории Алтайского края (1966–2020) .....</i> | <i>176</i> |

Для заметок

---

*Научное издание*

**ГЕОГРАФИЯ  
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ СИБИРИ**

Сборник статей

*Выпуск 29*

Редактор С. И. Тесленко

Подготовка оригинал-макета, оформление обложки О. В. Майер

Издательская лицензия ЛР 020261 от 14.01.1997.

Подписано в печать 16.09.2022.

Выход в свет 21.09.2021.

Формат 60х84/16. Бумага офсетная.

Усл.-печ. л. 11,0. Тираж 300 экз. Заказ 461.

Издательство Алтайского государственного университета

Типография Алтайского государственного университета

656049, Барнаул, ул. Димитрова, 66