

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Сибирское отделение
Институт географии им. В.Б. Сочавы

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
Иркутское областное отделение

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ
ПОЛИТИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященной памяти чл.-корр. РАН А.Н. Антипова
Иркутск, 23-27 сентября 2019 г.*

Иркутск
Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
2019

УДК 911.(063)
ББК 26.8я431
Г35

Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти чл.-корр. РАН А.Н. Антипова (23–27 сентября 2019 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2019. – 1044 с.

В сборнике опубликованы тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти чл.-корр. РАН А.Н. Антипова "Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования". В статьях рассмотрены фундаментальные проблемы географической науки, интегральные и междисциплинарные подходы к изучению природной и эколого-экономической среды; факторы и пути предотвращения антропогенных воздействий на природные системы. Авторы делятся опытом реализации проектов ландшафтного планирования и экологического обоснования хозяйственной деятельности в различных регионах, обсуждают подходы и методы управления природными ресурсами. Значительное внимание в статьях уделено вопросам охраны окружающей среды.

Сборник ориентирован на научных сотрудников, преподавателей и учащихся высших учебных заведений, работников проектных организаций, представителей администраций различного уровня.

The proceedings contain abstracts of reports of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Corr. Member of RAS A.N. Antipov "Geographical foundations and environmental principles of regional policy of nature management." The papers discuss the fundamental problems of geographical science, integral and interdisciplinary approaches to the study of the natural and socio-economic environment; principles and methods of minimizing the negative anthropogenic impact on geosystems. The authors share their experience in implementing landscape planning projects and environmental studies of economic activities in various regions; discuss approaches and methods for managing natural resources. Considerable attention is paid to environmental issues in the articles.

The proceedings are aimed at researchers, teachers and students of higher educational institutions, employees of planning organizations and representatives of administrations.

*Редакционная коллегия: к.г.н. Владимиров И.Н. – отв. ред.,
к.г.н. Балыбина А.С., к.г.н. Василенко О.В., к.г.н. Цыганкова М.В., к.г.н. Шеховцов А.И.*

Отказ от ответственности:

Сборник материалов конференции основан на текстах, представленных авторами в системе электронной подачи. Авторы несут полную ответственность за содержание и возможные ошибки.

**СНЕГОЗАПАСЫ НИЗКОГОРНЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ И ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ
БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ОБИ (Р. МАЙМА)**

Лубенец Л.Ф.,¹ Черных Д.В.^{1,2}

¹*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Россия, Барнаул, ²Алтайский
государственный университет, Россия, Барнаул
lilia_lubenets@mail.ru, chernykh@mail.ru*

**SNOWPACK WATER EQUIVALENT OF LOW-MOUNTAIN STEPPE-FOREST AND FOREST
LANDSCAPES OF THE MAIMA RIVER BASIN**

Lubenets L.F.,¹ Chernykh D.V.^{1,2}

¹*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Russia, Barnaul, ²Altai State University,
Russia, Barnaul
lilia_lubenets@mail.ru, chernykh@mail.ru*

The paper presents the results of observations of distribution of maximum snowpack water equivalent in the low-mountain landscapes of the Maima river in different by snow amount winters. We performed the analysis of weather conditions during cold periods of 2014/15–2018/19. The data on precipitation and average monthly temperature for the mentioned above periods were compared with average long-term values for 1999–2019. The snowpack water equivalent as well as evaporation loss in the low-mountain forest landscapes of the Maima river basin largely depended on meteorological parameters of the cold period. Based on the use of the landscape map as well as on the introduction of adjustments to the terrain and underlying surface properties, snow cover analysis algorithm was proposed. Its application is feasible when studying snow accumulation in low-mountain landscapes. It was found that the highest excess of winter precipitation over average long-term values was recorded in cold periods of 2014/15, 2016/17, whereas the lowest were typical for 2015/16, 2017/18 and 2018/19. According to average monthly air temperatures, the winters under study were warm. The data on in the situ measurements and calculations suggest the dependence of snow accumulation in the basin on an altitude gradient, vegetation features, exposure and surface steepness. A snowpack water equivalent was high in chern-taiga landscapes on ubacs (north-western, northern and north-eastern expositions) with up to a 20° inclination angle and with small-leaved forests, and low one in the sub-taiga part of the basin on adrets (south-western, southern and south-eastern) and transitional (western and eastern) expositions with an inclination angle more than 20°, where primary coniferous forests prevailed.

В региональных исследованиях изучение режимов снегонакопления и снеготаяния чрезвычайно актуально для прогнозирования гидрологических явлений, прежде всего, динамики весенних половодий и паводков на реках [1, 2]. Для малых по водности рек фаза половодья играет важную роль, так как на неё, как правило, приходится большая часть годового стока [3].

В настоящее время основной источник информации о гидрометеорологической обстановке на реках – данные сети метеостанций и постов, но этих данных недостаточно для количественного учёта факторов, влияющих на сток с поверхности водосбора. Один из приближённых способов оценки талого стока – анализ параметров максимальных снегозапасов.

Ландшафтная дифференциация снегонакопления позволяет восполнить дефицит исходных гидрометеорологических данных, а также учесть неоднородность распределения снегозапасов, особенно в горных территориях, обусловленную влиянием абсолютной высоты, крутизны и экспозиции склонов и разнообразием наземных покровов.

Низкогорные ландшафты занимают более половины площади бассейна Верхней Оби. Здесь формируется большая часть стока первой волны половодья [4]. Кроме того, низкогорья наиболее освоены и преобразованы человеком, что не может не отразиться на структурно-функциональной организации ландшафтов, в частности на распределении снежного покрова.

В качестве модельного выбран преимущественно низкогорный речной бассейн р. Майма. Такой выбор определяется репрезентативностью бассейна для низкогорных районов Алтая и обеспеченностью метео- и гидрологической информацией. Цель исследования – изучение

снегозапасов в низкогорных лесостепных и лесных ландшафтах бассейна р. Майма за период 2014/15–2018/19 гг. Исследования предусматривали: 1) анализ метеоусловий холодных периодов 2014/15–2018/19 гг. по сравнению со средними многолетними значениями; 2) изучение факторов формирования снегозапасов в низкогорных ландшафтах в период максимального снегонакопления; 3) анализ снегозапасов в низкогорных ландшафтах бассейна.

Территория исследования. Малый речной бассейн р. Майма (площадь 776,5 км²) расположен в пределах Северной Алтайской (69,6%) и Северо-Восточной Алтайской (30,4%) физико-географических провинций Алтайской горной области [5, 6]. Территория бассейна представляет собой денудационно-эрозионное низкогорье, абсолютные отметки которого повышаются с севера на юг с 260–700 до 1460 м. В пределах бассейна около 50 % площади занимают склоны с высотным диапазоном 400–1400 м и крутизной от 4–30°. В бассейне преобладают склоны теневых (северная, северо-восточная, северо-западная) экспозиций [7], что предполагает более длительное снеготаяние и более растянутый паводок.

По данным гидрометеостанции Кызыл-Озёк средняя годовая температура воздуха составляет +1,0 °С, годовая сумма осадков – 795 мм. Холодный период начинается в первой–второй декадах ноября, реже – в третьей декаде октября; продолжается 109–155 дней; заканчивается обычно во второй–третьей декаде марта. Минимальная сумма осадков за холодный период (1998–2018 гг.) отмечена в 2012 г. (68,9 мм), максимальная – в 2017 г. (223,4 мм). В холодный период преобладают ветры юго-юго-восточного направления [8].

Для бассейна характерно преобладание лесного пояса (почти 95% общей площади): чернево-таёжные субнеморальные (31,9% общей площади) и подтаёжные (62%). Лесостепные барьерно-циклонические ландшафты занимают в пределах бассейна незначительную площадь (6,1%) [6].

Исходные данные и методы исследования. В качестве исходных данных для выявления метеоусловий за расчётный холодный период изучаемых лет послужили средние суточные характеристики снежного покрова, температуры воздуха, сумм атмосферных осадков за период 1940–2019 гг. Основу для анализа режима снегонакопления составляли также данные средних суточных сумм твёрдых осадков и средние суточные температуры исследуемых зимних периодов Росгидромета [8].

Методика моделирования снегозапасов базируется на ландшафтной картографической основе [9] и предусматривает: 1. изучение и картографирование ландшафтной организации территории; 2. снегомерные работы и статистический анализ данных снегомерной съёмки; 3. определение ведущих факторов перераспределения снега и введение поправочных значений, определяющих величины снегозапасов; 4. моделирование снегозапасов с использованием ландшафтных параметров.

Ландшафтное картографирование бассейна р. Майма (URL: <https://yadi.sk/i/ycCwnHU3aEfmm>; <http://geoinfo.iwep.ru/landscapes/m1>) выполнено на топографической основе масштаба 1:100 000 [10]. Картографируемой единицей в пределах каждого высотного уровня (подпояса) выступили группы урочищ (как правило, сложных). Параметры дифференциации группы урочищ, в первую очередь экспозиция склонов, угол наклона, набор растительных ассоциаций и почвенные разности, стали основой для определения поправочных коэффициентов снегонакопления.

Полевые снегомерные работы проводились ландшафтно-маршрутным методом (10 шт.) с использованием снегомерных площадок (54 шт.) с помощью весового снегомера ВС-43 [11]. Исследования выполнялись за сезон один раз, в период максимального снегонакопления – с 28 февраля по 4–6 марта. За весь период снегомерных работ выполнено 4081 измерений толщины и 891 измерения плотности снежного покрова. В камеральных условиях определялись плотность снежного покрова и снегозапасы на основе статистической обработки данных с расчётом следующих параметров: среднеквадратичного отклонения; коэффициентов вариации; стандартной ошибки средних значений толщины.

Для расчёта исходного значения снегозапасов на основе коэффициента снегонакопления определялись усреднённые соотношения снегозапасов для различных наземных покровов в

пределах подтипов ландшафтов. Коэффициент рассчитывался относительно открытых участков. Определялись средние величины снегозапасов для: хвойных лесов – пихтовые (в чернево-таежных ландшафтах) и сосновые (в подтаежных), а также многолетние хвойные насаждения; мелколиственных (включая многолетние лиственные насаждения) лесов; открытых участков (настоящие и остепнённые луга, петрофитные луговые степи, а также вторичные послелесные луга и распаханная территория).

На основе пофакторного анализа для исходных значений снегозапасов, определённых для разных категорий наземного покрова, введены поправки на экспозицию и крутизну поверхности. При анализе экспозиционных различий введены три категории: не имеющие экспозицию; световые (юго-западная, южная и юго-восточная) и переходные (западная и восточная); теневые (северо-западная, северная, северо-восточная). Для характеристики поверхностей разной крутизны выделены: условно выровненные (до 10°); покатые и средней крутизны (10–20°); крутые, очень крутые и отвесные (более 20°). Коэффициенты снегонакопления рассчитывались относительно не имеющих экспозиции склонов и условно выровненных поверхностей.

Созданная на основе инструментальных наблюдений и поправок база данных послужила основой для экстраполяции значений снегозапасов на ландшафты бассейна.

Результаты исследования. По основным метеопараметрам холодные периоды 2014/15–2018/2019 гг. достаточно контрастны (табл. 1). Холодный период 2016/17 г. характеризуется наибольшим значением зимних осадков по сравнению со средними многолетними значениями (превышение почти 80 %); близко к среднему многолетнему – в 2014/15 г. (превышение менее 5 %); наименьшие значения характерны для 2015/16, 2017/18 и 2018/19 гг. – значения меньше средних многолетних на 13, 59 и 20 % соответственно. По средним месячным температурам воздуха исследуемые зимы относятся к тёплым. Наиболее высокие температуры характерны для зим 2014/15 и 2018/19 гг. (максимальное превышение значений температуры воздуха над средними многолетними в сторону положительных температур немногим более 30 %); наименьшие температуры – для зимы 2016/17 гг. (превышение 4 %).

Таблица 1. Суммы осадков и среднемесячные температуры воздуха за расчетный холодный период по данным гидрометеостанции Кызыл-Озёк [8]

Холодный период	Количество осадков*, мм	Среднемесячные температуры*, °С
2014/15 г.	126	-10,4
2015/16 г.	106	-11,8
2016/17 г.	222	-14,6
2017/18 г.	84	-11,1
2018/19 г.	98	-10,6
<i>Среднее за период 1999–2019 гг.</i>	122	-15,2

* Данные приводятся на период максимум снегонакопления, включая первую декаду марта.

Анализ данных снегомерных работ (табл. 2) показывает, что максимальные значения снегозапасов в рассматриваемых подтипах ландшафтов характерны для мелколиственных лесов. Наибольшие величины фиксируются в осевых частях наиболее высоких хребтов (отроги хр. Иолго) чернево-таежных ландшафтов. Устойчиво высоки значения снегозапасов так же в подветренной пригребневой полосе прифасовой части Алтая с лесостепными ландшафтами. Разница в величинах снегозапасов в чернево-таежных и лесостепных подтипах за исследуемые года не превышает 10 %. Средние значения снегозапасов за пять рассматриваемых лет в средней высотной полосе, занятой подтаежными ландшафтами, стабильно ниже, чем в других подтипах ландшафтов. Минимальные значения определяются как удаленностью от гребня орографического барьера, так и фоновым поступлением осадков. Максимальное превышение в величинах снегозапасов (более 20 %) характерно для чернево-таежных ландшафтов по сравнению с подтаежными [12].

Таблица 2. Средние снегозапасы в бассейне р. Майма по классам наземных покровов в период максимального снегонакопления за 2014/15–2018/19 гг.

Холодный период	Наземный покров		
	Хвойные (пихтовые/сосновые) леса, включая многолетние хвойные насаждения	Мелколиственные леса, включая многолетние лиственные насаждения	Открытые участки
2014/15 г.	115	161	119
2015/16 г.	62	65	60
2016/17 г.	103	146	123
2017/18 г.	44	54	52
2018/19 г.	57	72	71
<i>Среднее за период</i>	<i>76</i>	<i>100</i>	<i>85</i>

Значения снегозапасов на склонах световых (юго-западная, южная, юго-восточная) и переходных (западная и восточная) экспозиций, подверженных большему влиянию прямой солнечной радиации и действию ветра (световые склоны одновременно представляют собой и наветренные), заметно меньше по сравнению со склонами теневых экспозиций (северо-западная, северная, северо-восточная) (табл. 3). Превышение между склонами контрастных экспозиций за рассматриваемый период составляет 8–38 %; в среднем за период 23 %.

Таблица 3. Средние снегозапасы в бассейне р. Майма с учётом экспозиционных условий

Холодный период	Снегозапасы, мм	
	Склоны переходных и световых экспозиций	Склоны теневых экспозиций
2014/15 г.	144	215
2015/16 г.	34	55
2016/17 г.	110	120
2017/18 г.	43	48
2018/19 г.	57	65
<i>Среднее за период</i>	<i>78</i>	<i>101</i>

На крутых и отвесных склонах (более 20°), с которых снег усиленно сдувается и снегозапасы меньше, чем на выровненных (до 10°) поверхностях, за рассматриваемые зимы разница в значениях составляет 31–62 %, в среднем за весь период на 39 % (табл. 4). Разница величин между выровненными поверхностями и склонами средней крутизны (10–20°) в среднем за период составляет 16 %.

Таблица 4. Средние снегозапасы в бассейне р. Майма с учётом крутизны склонов

Холодный период	Снегозапасы, мм		
	Условно выровненные поверхности	Покатые и средней крутизны склоны	Крутые, очень крутые и отвесные склоны
2014/15 г.	128	168	78
2015/16 г.	81	44	31
2016/17 г.	161	113	111
2017/18 г.	64	47	41
2018/19 г.	81	61	55
<i>Среднее за период</i>	<i>103</i>	<i>87</i>	<i>63</i>

Таким образом, данные инструментальных наблюдений и расчётов показали, что снеготзапасы в бассейне р. Майма существенно варьируют в разные годы. В целом снегонакопление в бассейне в значительной мере зависит от высотного градиента, морфометрических характеристик рельефа, разнообразия наземного покрова, а также ветрового режима территории. Наибольшие снеготзапасы, независимо от снежности года, сосредоточены в черно-таёжных ландшафтах в пределах выровненных поверхностей и на склонах с углом наклона до 20° теневых экспозиций с мелколиственными лесами. Наименьшие снеготзапасы характерны для подтаёжных ландшафтов в пределах крутых, очень крутых и отвесных склонов световых и переходных экспозиций с сосновыми лесами.

Работа выполнена в рамках программы научно-исследовательских работ Института водных и экологических проблем СО РАН при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-05-00007-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бураков Д.А. Основы гидрологических прогнозов объема максимума весеннего половодья в лесной зоне Западно-Сибирской равнины // Вопросы географии Сибири. Вып. 11. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1978. С. 3-49.
2. Голубцов В.В. Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации. Алматы: РГП «КАЗГИДРОМЕТ», 2010. 232 с.
3. Пьянков С.В., Шихов А.Н. Моделирование пространственного распределения снеготзапасов на крупном водосборе с применением спутниковой информации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 29–41.
4. Галахов В.П., Сюбаев А.А. Расчет объема стока первой волны половодья Оби у Барнаула. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2016. 122 с.
5. Атлас Алтайского края: Т. 1. М.-Барнаул: Изд. ГУГК, 1978. 226 с.
6. Черных Д.В., Самойлова Г.С. Ландшафты Алтая (Республика Алтай и Алтайский край). Карта. М-б 1:500 000. Новосибирск: ФГУП «Новосибирская картографическая фабрика», 2011.
7. Золотов Д.В., Лубенец Л.Ф., Черных Д.В. Ландшафтные факторы формирования стока в бассейне реки Майма (Северный и Северо-Восточный Алтай) // Мир науки, культуры и образования. 2012. Т. 33. № 2. С. 360-369.
8. Электронный ресурс: <http://www.meteo.ru>.
9. Ландшафтно-интерпретационное картографирование / Ред. А.К. Черкашин. Новосибирск: Наука, 2005. 424 с.
10. Лубенец Л.Ф., Черных Д.В. Ландшафтное картографирование бассейна р. Майма (Русский Алтай) // Геодезия и картография. 2018. Т. 79. № 11. С. 15-24.
11. Руководство по снегомерным работам в горах. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 148 с.
12. Лубенец Л.Ф., Черных Д.В., Першин Д.К. Особенности пространственной дифференциации снежного покрова в низкогорных ландшафтах Русского Алтая (на примере бассейна р. Майма) // Лёд и Снег. 2018. Т. 58. № 1. С. 56-64.