

## ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

---

---

### ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ НА РЕКАХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

*Сухова Мария Геннадьевна*, доктор географических наук, доцент, Горно-Алтайский государственный университет, 649000, Российская Федерация, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1, e-mail: mar\_gs@ngs.ru

*Кочеева Нина Алексеевна*, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Горно-Алтайский государственный университет, 649000, Российская Федерация, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1

*Журавлева Ольга Валерьевна*, кандидат географических наук, доцент, Горно-Алтайский государственный университет, 649000, Российская Федерация, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1

*Бакулин Алексей Александрович*, аспирант, Горно-Алтайский государственный университет, 649000, Российская Федерация, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1

*Никольченко Юрий Николаевич*, магистрант, Горно-Алтайский государственный университет, 649000, Российская Федерация, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1

В работе представлена аналитическая оценка особенностей формирования максимального стока снегового и дождевого происхождения в разных природных условиях горной местности. Проанализированы причины возникновения наводнений во всех физико-географических провинциях, представленных в пределах Республики Алтай. Исследование проводилось через рассмотрение влияния целого комплекса факторов, приводящих к подтоплению территории. Установлено, что наиболее часто причина заключается в сочетании нескольких факторов: высокая интенсивность снеготаяния при превышающих норму снеготаяния, глубоком промерзании почвы на водосборе и дождях на спаде половодья; чрезвычайно высокая интенсивность снеготаяния, даже при близких к норме величинах снеготаяния, значительной глубине промерзания и увлажнения почвы; большая интенсивность снеготаяния, при близких к норме снеготаяния и малых потерях стока; высокая интенсивность выпадения дождевых осадков на большей части водосбора в сочетании с низким испарением с поверхности; формирование второй волны резкого подъема уровня воды, которое связано с интенсивным таянием ледников в горах. Причины катастрофического повышения уровня воды 2014 г. в ряде районов Республики Алтай, расположенных на территории водосборного бассейна р. Катунь заключались в кумулятивном эффекте природных и антропогенных факторов, способствующих возникновению чрезвычайной ситуации, при доминирующей роли природного фактора – рекордное, за весь период инструментальных наблюдений, количество выпавших осадков. Причиной этого явился обширный стационарирующий циклон, распространившийся на большую часть Алтайской горной области, вследствие блокирующей роли высокого антициклона, распространившегося с юго-востока на западную и центральную часть России в последней декаде мая – первой декаде июня.

**Ключевые слова:** формирование максимального стока, горная территория, наводнение, половодье, паводок, причины

## CAUSES OF EXTREME HYDROLOGICAL SITUATIONS IN THE RIVERS OF ALTAI REPUBLIC

*Sukhova Mariya G.*, D.Sc. in Geography, Associate Professor, Gorno-Altai State University, 1 Lenkin st., Gorno-Altai, Republic of Altai, 649000, Russian Federation, e-mail: mar\_gs@ngs.ru

*Kocheeva Nina A.*, C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Gorno-Altai State University, 1 Lenkin st., Gorno-Altai, Republic of Altai, 649000, Russian Federation

*Zhuravleva Olga V.*, C.Sc. in Geographical Geography, Associate Professor, Gorno-Altai State University, 1 Lenkin st., Gorno-Altai, Republic of Altai, 649000, Russian Federation

*Bakulin Aleksey A.*, Post-graduate student, Gorno-Altai State University, 1 Lenkin st., Gorno-Altai, Republic of Altai, 649000, Russian Federation

*Nikolchenko Yuriy N.*, Undergraduate, Gorno-Altai State University, 1 Lenkin st., Gorno-Altai, Republic of Altai, 649000, Russian Federation

The paper presents analytical assessment of formation features of the highest snowfall and rainfall runoff in different environmental conditions of the mountainous area. The reasons for floods in all physical and geographical provinces located in Altai Republic are analyzed. The study was done via consideration of the influence of the whole set of factors leading to flooding of the territory. It was established that most often the cause consists in a combination of several factors: high intensity of snowmelt with exceeding amounts of snow storage, deep soil freezing on the catchment and lots of rains during flood recession; extremely high intensity of snowmelt, even when the indicators of snow storage are close to a norm, a considerable depth of soil freezing and humidifying; high intensity of snowmelt with snow storage close to a norm and small losses of runoff; high intensity of precipitation on most parts of the catchment in a combination with low evaporation from a surface; formation of the second wave of a sharp rise of water table which is connected with intensive ablation of glaciers in the mountains. The reasons for the catastrophic increase in water level of 2014 in some areas of the Altai Republic, located in the drainage basin of the Katun River were to cumulative effect of natural and anthropogenic factors contributing to the occurrence of an emergency situation, with the dominant role of natural factors – a record amount of rainfall for the entire period of instrumental observations. The reason for this was extensive stationing cyclone that has spread to most of the Altai mountain region, as a result of the blocking high anticyclone that has spread from the south-east to the western and central Russia in late May - early June.

**Keywords:** formation of the highest runoff, mountainous areas, flooding, high water, flood rise, causes

**Актуальность.** Среди природных стихийных явлений, отмечаемых на территории Республики Алтай, которые наносят большой материальный ущерб, особое место принадлежит наводнениям. События 2014 г. очень ярко продемонстрировали опасность подобных паводков. Они могут быть вызваны различными причинами, будь то интенсивное таяние снега, выпадение большого количества дождевых садков или подъем уровня связанный с заторами и зажорами льда на реках. Этим процессам присуща чрезвычайная динамичность, что затрудняет успешность их прогнозирования [1, 2, 10].

Вместе с тем произошедшее сокращение сети метеорологических станций и водомерных постов на реках и озерах затрудняет получение объектив-

ной и своевременной информации, без которой невозможен качественный прогноз экстремальных гидрологических ситуаций.

В зону риска на территории Республики Алтай попадают в основном жилые постройки, расположенные в поймах рек. По данным МЧС, при обострении паводковой ситуации, в зону затопления попадают 32 населенных пункта, в том числе и республиканский центр.

В 2014 г. было подтоплено 504 км автомобильных дорог, из них разрушено 223 км. Паводковые воды разрушили и повредили 235 мостов, было нарушено электроснабжение в 50 населенных пунктах. Пострадало 49 социальных объектов в Чойском, Майминском, Чемальском, Улаганском районах и Горно-Алтайске. Полностью разрушено шесть жилых домов, не подлежат восстановлению восемь домов, потребовался капитальный ремонт 4 тысяч жилых домов. Для республики, чья общая численность населения составляет чуть более 200 тыс. человек, цифры очень значимые.

**Материал и методика.** В основу исследования были положены данные многолетних наблюдений на гидрометеорологических постах и станциях Горно-Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирского УГМС» в бассейне рр. Катунь и Бия. Для корректного анализа пространственно-временного распределения атмосферных осадков в бассейнах рек были использованы ежедневные данные наблюдений оперативно-наблюдательных подразделений, данные, размещенные на официальном сайте ВНИИГМИ МЦД [7], для продления рядов использовались данные по количеству осадков по срокам наблюдений с сайта оперативных метеорологических данных [4].

Для выявления возможных закономерностей и зависимостей проводился визуальный, графический, математический и геоинформационный анализ гидрологических и метеорологических данных. Статистическая обработка данных проводилась с помощью стандартных пакетов Statistica и Excel.

**Результаты и обсуждение.** Анализ условий формирования наиболее высоких половодий и паводков на реках Республики Алтай, необходимо проводить с учетом высотно-зональных особенностей территории, в рамках единиц физико-географической размерности. Высотная иерархия геокомплексов Алтая, согласно районированию Г.С. Самойловой [5, 11], представляет систему региональных единиц различного ранга. В региональном отношении Алтайская горная область, входя в состав Алтае-Саянской физико-географической страны, включает в себя несколько физико-географических провинций: Юго-Восточную, Центральную, Восточную, Северо-Восточную и Северную. Кроме того, следует учитывать, что Юго-Восточная и Центральная провинции являются стокоформирующими для Северной, где сконцентрирована большая часть населенных пунктов и туристической инфраструктуры Республики Алтай.

Половодье рек большей части Юго-Восточной Алтайской провинции приходится на начало лета. Дождевые паводки возможны в июле, кроме того, небольшая паводочная волна может формироваться при высоких температурах воздуха из-за интенсивного таяния снежников и ледников. Такая специфика внутригодового распределения стока обусловлена высоким положением поверхности территории (средняя высота 2300–2700 м), большой суровостью и континентальностью климата.

Резкие сезонные и суточные колебания температуры воздуха, короткий безморозный период, небольшое количество осадков (120–250 мм в год), большинство из которых выпадает в теплый период, малоснежные зимы, наличие

островов многолетней мерзлоты и мощное современное оледенение – вот показатели, формирующие сток.

Повсеместно развитая вечная мерзлота, особенности геологического строения обуславливают малые величины потерь стока. В верхних частях бассейнов рек коэффициенты стока могут составлять 0,85–0,9. При выходе на слабонаклонные части плоскогорья картина может существенно меняться: часть воды теряется на фильтрацию в русле, особенно в местах интенсивной деградации вечной мерзлоты.

В этих условиях, учитывая, что до 90 % годового стока приходится на летние месяцы, вполне естественны и предсказуемы резкие подъемы уровня воды и как следствие подтопление территории. Ситуация еще усугубляется в годы, когда совпадает несколько стокостимулирующих процессов [8]. Так, например, майское наводнение 1985 г. поддерживалось таянием аномально большого количества твердых атмосферных осадков накопившихся в бассейнах большинства рек территории, а затем, спустя месяц, последовала волна высоких паводков, вызванных ливневыми осадками и таянием льда в горах. В 1969 г. при сравнительно небольшой величине снеготазпасов наблюдались экстремально высокие значения расходов воды. Необычайно холодная зима и невысокий снежный покров привели к тому, что почва на водосборах оказалась глубоко промерзшей и образовала водонепроницаемый слой, благодаря чему коэффициент стока талых вод оказался близок к единице, кроме того, в этот период прошли и интенсивные дожди. Ливневые дожди в сочетании с высокими температурами воздуха, что привело к интенсивному таянию снега и льда в горах, привели к июльскому наводнению 2005 г. В результате был разрушен подвесной мост через реку Аргут (длина моста 56 м), деревянный мост через реку Ак-Алаха (длина 36 м) и повреждены еще два моста через реки Аргут и Карагем. Кроме того, подтоплены сенокосные угодья жителей с. Беляши.

Центрально-Алтайская провинция расположена в наиболее высокой части Алтая. Здесь сосредоточено более 80 % всех ледников Алтая. Средняя высота хребтов – 2200–2600 м. Особенностью орографического строения является наличие межгорных котловин, расположенных на высотах 700–1000 м.

Климат провинции неоднороден. Он достигает наибольшей континентальности в межгорных котловинах. Зимой верхние части склонов, и водоразделы обычно находятся в слое антициклональной инверсии сжатия. Понижение температуры с высотой для склонов не характерно. Средняя температура января находится в пределах –18–(–22) °С. Продолжительность периода с температурой ниже 0 °С к верхним ландшафтным поясам возрастает от 180 до 225 дней. Наименьшее количество осадков за год получают межгорные котловины – 330–500 мм, наибольшее – высокогорья – от 700 до 1500 мм [12].

В Центральном Алтае на южных и западных склонах снежный покров преимущественно маломощный, что определяет возможность возникновения островов многолетней мерзлоты. Именно в этой провинции находятся: верхнее течение р. Катунь, нижнее течение р. Чуи, Урсул, Каракол, Бол. Сумульта и др. Начало половодья большинства рек приходится на первую декаду апреля, однако сроки начала половодья могут варьировать в пределах месяца: с третьей декады марта по вторую декаду апреля, в зависимости от интенсивности весны. Средняя продолжительность половодья 125–135 дней. В отдельные годы высокий сток может длиться по октябрь.

В последние годы здесь регулярно фиксируются случаи подтопления жилых домов и разрушения дорог в результате наводнений. В 2004 г. в результате резкого подъема уровня воды на нескольких малых реках было повреждено 7 км автодороги, размыв опор моста через реку Быргаста, затоплены десятки жилых домов. В 2005 г. в результате прорыва дамбы в районном центре также пострадали жители нескольких улиц. Анализ основных гидрометеорологических ситуаций и механизмов формирования стока, приводящих к наводнениям показал, что основная причина – это высокая интенсивность снеготаяния при большом количестве дождевых осадков.

Если проанализировать весь ряд наблюдений, с середины прошлого века, то можно выделить несколько характерных лет: 1960, 1966, 1968 и 1971 гг. В 1968 и 1971 гг. половодье началось с первой декады апреля, только в первом случае оно обеспечивалось резким ростом температуры воздуха, а во втором большую роль сыграли ливневые осадки. Половодье 1960 и 1966 гг. началось в первой декаде мая, в начале оно определялось в основном таянием накопленных за зиму атмосферных осадков. Затем этот процесс поддерживался действием дождей и в июле месяце продолжился таянием высокогорных снежников и ледников.

Восточно-Алтайская провинция. Наибольшие высоты наблюдаются в Шапшальском хребте, средняя высота которого 2700–2800 м. Климатические условия провинции отличаются суровостью: средняя температура воздуха января –22–(–23) °С, июля не превышает 13,6 °С. Годовая сумма осадков колеблется от 330 мм в котловинах до 500 мм и более в высокогорьях [12]. Суровые климатические условия, широкое распространение высоких (выше 1900 м) поверхностей выравнивания способствуют развитию высокогорных ландшафтов, занимающих 52 % площади провинции. Нигде на Алтае нет таких широких водораздельных пространств в сочетании с глубоко врезанными долинами, где глубина расчленения достигает 1400–1600 м.

В пределах этой провинции располагается бассейн р. Чулышман и ее крупнейшего притока р. Башкаус. По типу водного режима реки относят к рекам с весенне-летним половодьем и летне-осенними паводками. В зависимости от интенсивности весны половодье может наблюдаться со второй декады мая, по первую декаду июня. В наиболее приподнятой части провинции, на водосборах малых рек, половодье менее растянуто по времени, однако отмечается его четкая приуроченность к летним месяцам.

Характер формирования максимального стока половодья объединяет в себе черты Юго-Восточной и Центральной провинций. Однако есть одна характерная особенность – на малых реках, впадающие в р. Чулышман в ее приустьевой части, дождевые паводки по величине сопоставимы с величиной половодья.

В частности наводнение в конце мая 2006 г. возникло в результате интенсивного таяния накопленного за зиму снега и интенсивных ливневых осадков. В результате подъема уровня воды в р. Чулышман оказались подтопленными 80 домов в п. Балыкча, Улаганского района, из них в 50 жилых домах вода поднималась выше уровня пола на 10–30 см. Кроме того, на участке автодороги Коо-Балыкча разрушено два моста.

Северо-Восточная Алтайская провинция по характеру ландшафтной структуры довольно четко подразделяется на северную и южную части. Абсолютные высоты на севере провинции, где господствуют небольшие цепочки кряжей и отдельных гор, составляют 700–800 м. Широкие плосковершинные по-

верхности чередуются с обширными понижениями, занятыми долинами рек или болотами. В Прителецкой (южной) части провинции рельеф становится среднегорным (высоты 1200–900 м), а в хр. Алтынту и Корбу появляются высокогорья. В соответствии с этим несколько меняется и характер внутригодового распределения стока рек.

Ландшафты Северо-Восточной Алтайской провинции характеризуются большой теплообеспеченностью. В июле средняя температура воздуха 18–20 °С, средняя минимальная 12–13 °С, средняя максимальная 25–26 °С. Годовая сумма осадков от 500 до 900 мм. За теплый период с апреля по октябрь осадков выпадает от 400 до 650 мм. В январе средняя температура –15–(–20) °С, средний минимум –20–(–27) °С. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом от 120 до 180 дней. Высота снежного покрова на начало марта различается в больших пределах от 10 до 90 см. Сумма осадков с ноября по март возрастает от 90 до 270 мм. Эта провинция характеризуется наибольшим увлажнением. Здесь на испарение затрагивается большое количество тепла, поэтому теплообеспеченность несколько ниже, чем Северного Алтая. Опеляющее влияние на прибрежные районы в зимний период оказывает Телецкое озеро: температура здесь несколько выше и колеблется от –9 до –14 °С. Зато лето прохладнее: средняя температура июля +16 °С [9].

Как уже было отмечено, в пределах провинции выделяются два района по характеру внутригодового распределения стока. Реки большей части провинции относятся к рекам с весенним половодьем и летними паводками, а на северо-западе территории – к рекам с весенним половодьем и осенними паводками.

Период половодья начинается со второй декады апреля и продолжается примерно в течение месяца. За этот период может пройти от 60 до 70 % годового стока. Причем на общем фоне постепенного поступления талой снеговой воды с бассейна можно проследить и дождевые паводки. В летний период можно наблюдать довольно значительные дождевые паводки, приводящие к повышению уровней и расходов воды. Именно здесь протекает р. Лебедь, дождевые паводки которой, наиболее ярко выражены, и могут достигать больших значений и быть зачастую причиной подтапливания территории (рис. 1).

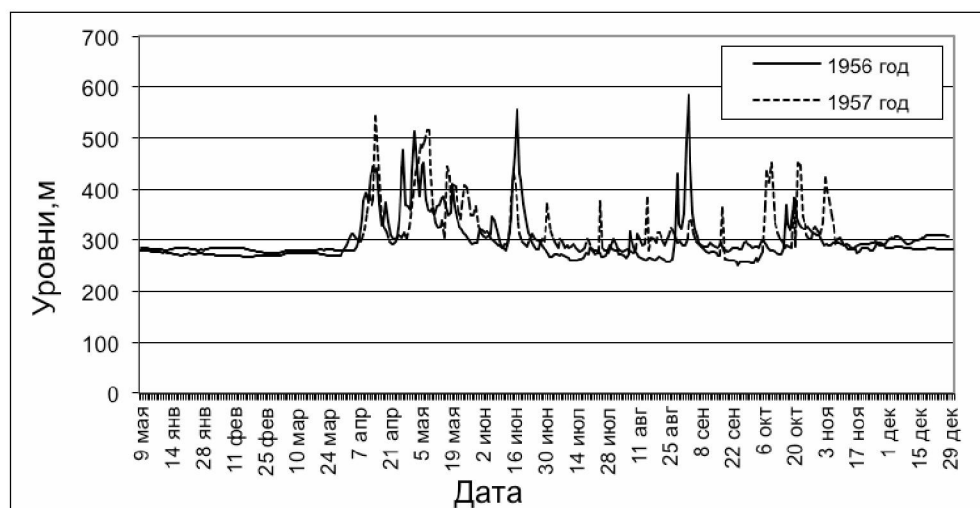


Рис. 1. Характер внутригодового колебания уровней воды. Река Лебедь

Именно в этой провинции отмечено наибольшее число чрезвычайных ситуаций, связанных с разрушительным действием талых вод. Вот, например 30 апреля 2006 г., на 158 км автодороги Бийск – Турочак – Артыбаш, в результате резкого подъема воды льдом поврежден мост через реку Лебедь, отрезанными оказались жители 5 населенных пунктов, всего 1721 человек. В середине апреля 2004 г., в результате резкого повышения температуры воздуха (до +10 °С) началось интенсивное таяние снега. Ситуация усугубилась ливневыми дождями, вследствие чего начался интенсивный подъем уровня воды в реках Иша и Чоя. В селе Гусевка оказалось подтопленными 19 домов (76 чел. из них 18 детей), в с. Советское подтоплено 44 дома (123 чел. из них 19 детей) в с. Ускуч подтоплено 38 домов (152 чел. из них 27 детей), здание сельской администрации, почта, а в с. Чоя подтоплено 54 жил. дома (216 чел. из них 53 ребенка).

Механизм формирования максимального стока в этих случаях идентичен рассмотренным ранее. А вот в 2002 г., в середине февраля, в результате инверсии, температура воздуха выросла до +6 °С и на р. Иша произошло резкое увеличение уровня воды (на 170 см). Река вскрылась, и перед автомобильным мостом образовался ледяной затор. Затопленными оказались 20 жилых домов в с. Советское, с общим количеством проживающего населения 74 человека, из них 15 детей.

Средняя высота хребтов Северо-Алтайской провинции 1600–1800 м, но к северу они заметно снижаются и переходят в массивы низкогорий с широко развитыми поверхностями выравнивания. Высоты не превышают 600–800 м.

Из метеорологических условий формирования стока следует отметить, что период с положительными температурами воздуха начинается со второй декады апреля и продолжается до третьей декады октября, составляя 190–200 дней.

Годовое количество осадков в зависимости от характера синоптических условий изменяется от 650 до 750 мм. Годовой ход имеет минимум в феврале (15–20 мм), максимум в июне (80–100 мм). В отдельные годы в зависимости от условий атмосферной циркуляции, как максимум, так и минимум могут быть сдвинуты на другие месяцы [12].

По характеру внутригодового распределения стока все реки провинции относятся к рекам с весенним половодьем и летними паводками. В питании рек принимают участие талые воды снегов (около 40 %), грунтовые (40 %) и дождевые воды. Что касается ледникового питания, то оно свойственно только р. Катунь, которая берет начало в высокогорье. Во время половодья ход стока определяется в основном, таянием накопленных за зиму твердых осадков.

В середине апреля (хотя сроки в разные годы могут варьировать в пределах 10–15 дней) обычно формируется первый пик половодья – талого или смешанного происхождения. После первого потепления нередко наблюдаются значительные похолодания, приводящие к уменьшению расходов воды в реках. Последующие, как правило, более интенсивные потепления охватывают большие части бассейнов и ведут к интенсивному таянию снега и значительному повышению стока.

На малых реках, хорошо прослеживаются дождевые паводки. Их количество достигает 6–10, продолжительность от 5 до 20 дней. Соотношение времени спада и подъема 2–3 дня. В отдельные годы имеют место случаи превышения максимальных расходов паводков над максимальными расходами половодья на 40–100 %.

Кроме того, для всех провинций возможной причиной возникновения наводнений могут послужить заторные и зажорные явления. Условиями образования зажоров на горных реках является: наличие большого количества полыней, значительные скорости течения и турбулентность потока. Все это приводит к переохлаждению воды и развитию внутриводного льда, который и является причиной закупорки русел рек. В результате возможны зимние наводнения, ущерб от которых может быть весьма значительным [9, 14].

Заторы льда на реках Алтая образуются весной в результате более позднего вскрытия нижележащих участков реки, создающих задержки в транспортировке массы льда, а также в местах сужения и поворотов русла, у островов и опор автодорожных мостов. В 1958, 1966, 1968–1970 гг. на реках наблюдались наиболее мощные заторы, образовавшиеся в результате возвратов холодов, наличия малой водности и большого объема массы льда в начальный период ледохода.

Таким образом, основными факторами, определяющими величину максимального стока и подъема уровней воды в реках при половодье, являются: запас воды в снежном покрове перед началом снеготаяния, интенсивность снеготаяния, величина и интенсивность осадков в период половодья, осенне-зимнее увлажнение и глубина промерзания почвы, наличие ледяной корки на поверхности почвы. В паводки интенсивность подъема воды в основном зависит от количества осадков, интенсивности их выпадения, угла наклона поверхности, степени проницаемости подстилающих пород.

Значительные наводнения на р. Катунь наблюдаются с разной периодичностью. Так, например, наиболее значительными были половодья 1966, 1969, 1973, 2014 гг. В этом ряду особо выделяются 1969 и 2014 гг. В брошюре «Первенец Алтая», посвященной первой ГЭС, сохранилась уникальная фотография (рис. 2а). О сопоставимости интенсивности этих наводнений можно судить по фотографии 2014 г. (рис. 2б).

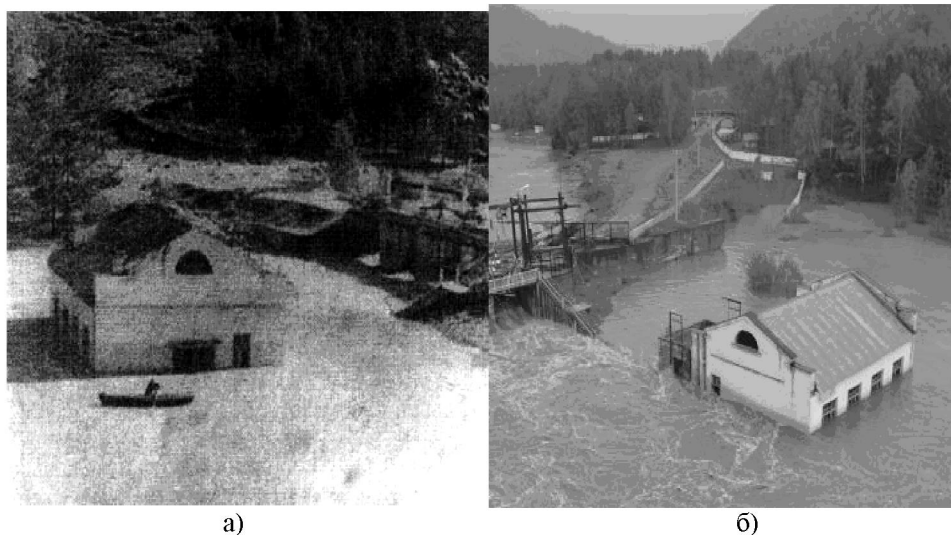


Рис. 2. Наводнение 1969 (а) и 2014 (б) гг. на р. Катунь у Чемальской ГЭС

Для иллюстрации масштаба бедствия представлена еще одна фотография той же территории (рис. 3).



Мы уже упоминали, что в 1969 г. и на многих притоках Катунь, в высокогорье и в среднегорье, формировался аномально высокий сток в период половодья. Зима 1968–1969 гг. была морозной и снежной: снегозапасы к началу весны превысили норму почти в два раза, но глубина промерзания почвы, тем не менее, была значительной. Начало весны было сравнительно холодным, и снег таял медленно, постепенно насыщаясь водой, чему способствовало также большое количество дождей. Когда температура воздуха возросла до стабильно положительных значений, началась интенсивная водоотдача из снежного покрова.

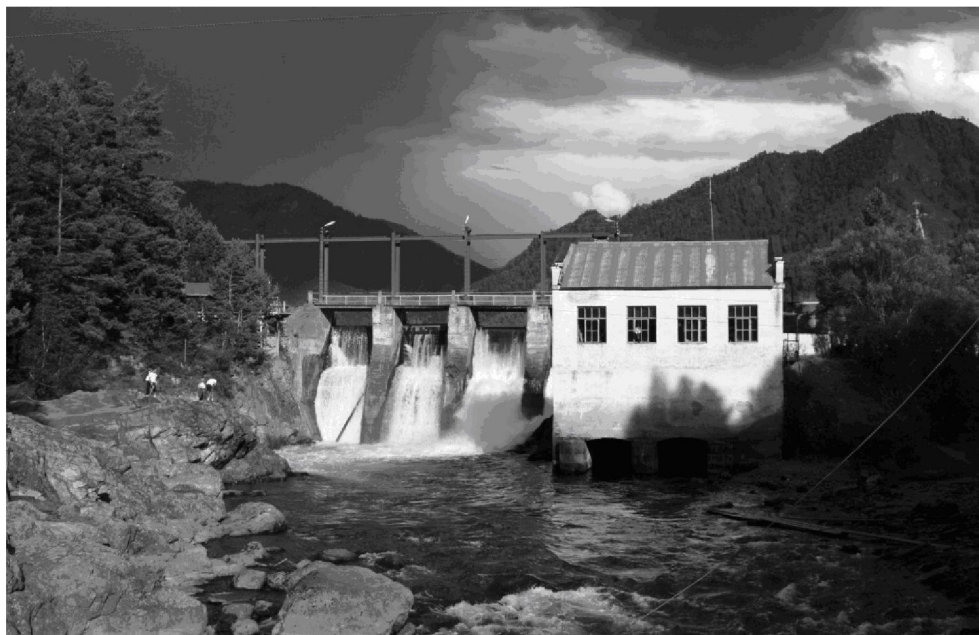


Рис. 3. Чемальская ГЭС (август 2007 г.)

Принципиально другой была причина наводнения 2014 г. По территории всего бассейна р. Катунь, наблюдалось значительное превышение фактического количества выпавших осадков над климатической нормой (рис. 4). Наибольшее превышение показали данные МС Кызыл-Озек, согласно которым за третью декаду мая сумма осадков составила 525 % от климатической нормы, а так же данные МС Онгудай и Усть-Кан – 480 % от нормы, Чемал – 470 % от нормы. Наименьшее превышение зафиксировано на МС Кра-Тюрк. Оно составило 190 % от нормы.

В течение мая 2014 г. наблюдался неравномерный ход температуры приземного воздуха атмосферы с незначительной стабилизацией и повышением с 24 по 29 мая. Соотношение среднемесячной температуры (май 2014 г.) со средней многолетней базового периода (1960–1990 гг.) свидетельствует о незначительных отклонениях (до 0,5 °С) на всей исследуемой территории.

Таким образом, в период с 25 по 30 мая подстилающая поверхность бассейна р. Катунь была переувлажнена, что фактически исключало дополнительное просачивание осадков. Чрезмерное количество поступивших осадков в сочетании с достаточно низкими температурами и испаряемостью в пределах 5–10 мм привело к резкому увеличению поверхностного стока.

Причины катастрофического повышения уровня воды 2014 г. в ряде районов Республики Алтай, расположенных на территории водосборного бассейна р. Катунь заключались в кумулятивном эффекте природных и антропогенных факторов, способствующих возникновению чрезвычайной ситуации, при доминирующей роли природного фактора – рекордное, за весь период инструментальных наблюдений, количество выпавших осадков.

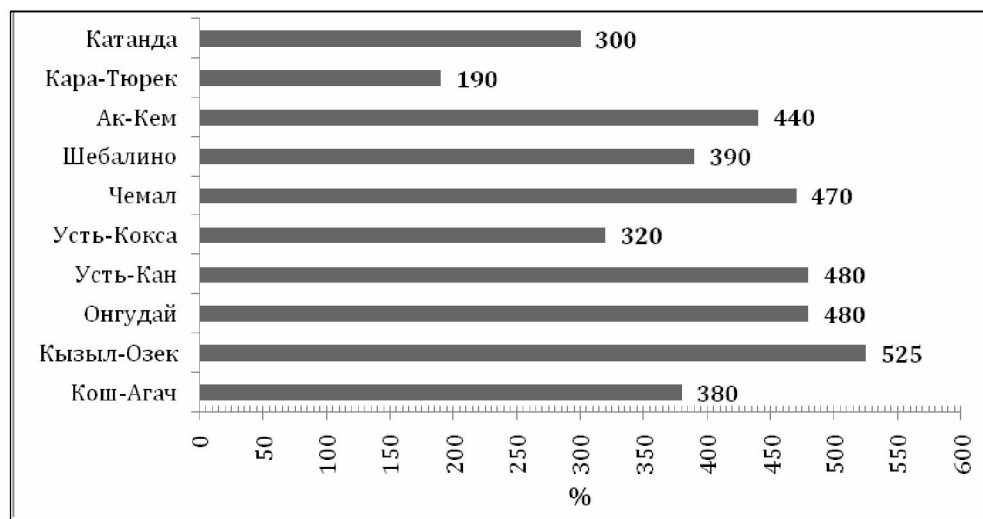


Рис. 4. Превышение суммы осадков третьей декады мая 2014 г. от климатической нормы

Общециркуляционной причиной столь продолжительных и интенсивных осадков явился обширный стационарирующий циклон, распространившийся на большую часть Алтайской горной области, вследствие блокирующей роли высокого антициклона, распространившегося с юго-востока на западную и центральную часть России в последней декаде мая – первой декаде июня.

**Выводы.** Мы проанализировали гидрометеорологическую ситуацию в годы наиболее значительных наводнений на реках Республики Алтай, чтобы определить основные механизмы формирования максимального стока. В результате было установлено, что наиболее часто причина заключается в сочетании нескольких факторов: 1) высокая интенсивность снеготаяния при превышающих норму снеготаяния, глубоком промерзании почвы на водосборе и дождях на спаде половодья (ситуация 1969 г.); 2) чрезвычайно высокая интенсивность снеготаяния, даже при близких к норме величинах снеготаяния, значительной глубине промерзания и увлажнения почвы; 3) большая интенсивность снеготаяния, при близких к норме снеготаяния и малых потерях стока; 4) высокая интенсивность выпадения дождевых осадков на большей части водосбора в сочетании с низким испарением с поверхности (ситуация 2014 г.); 5) формирование второй волны резкого подъема уровня воды, которое связано с интенсивным таянием ледников в горах.

Изменения климата, как глобального, так и регионального масштаба, не могут не отразиться на особенностях внутригодового распределения стока рек [6, 13, 15]. Во Втором оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации было отмечено

но, что в регионах, где максимальные расходы формируются дождевыми паводками (Черноморское побережье Кавказа, бассейны Кубани и Амура), в конце прошлого – начале нынешнего столетия отмечались катастрофические наводнения, не наблюдавшиеся ранее [13]. В связи с этим хочется отметить, что и в горных внутриконтинентальных территориях, в последние годы, значительно увеличивается роль интенсивных дождевых осадков в формировании паводков даже на таких крупных реках как Катунь и Бия.

*Работа выполнена в рамках гос. задания Министерства образования и науки Российской Федерации № 440.*

#### Список литературы

1. Авакян А. Б. Наводнения в прошлом, настоящем и будущем. Концепция защиты / А.Б. Авакян // Известия Российской академии наук. Сер. географическая. – 2000. – № 5. – С. 40–46.
2. Авакян А. Б. Природные и антропогенные причины наводнений / А. Б. Авакян, М. Н. Истомина // Информационный сборник. – 2001. – № 8. – С. 53–70.
3. Аномальные осадки Республики Алтай летом 2014 года и их последствия / Д. И. Гуляев, А. А. Модоров, Н. А. Кочеева, М. Г. Сухова // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки : электронный сборник статей по материалам XXII студенческой международной заочной научно-практической конференции. – 2015. – № 3 (21). – С. 94–101.
4. Архив погоды на метеостанциях Республики Алтай. – Режим доступа: <http://tr5.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.09.2015).
5. Атлас Алтайского края. – Москва ; Барнаул: ГУГК, 1978. – Т. 1. – 222 с.
6. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – Режим доступа: [http://downloads.igce.ru/publications/OD\\_2\\_2014/v2014/htm](http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/htm), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.09.2015).
7. Ежедневные данные наблюдений оперативно-наблюдательных подразделений ВНИИГМИ МЦД // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – Режим доступа: <http://meteo.ru/data>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.09.2015).
8. Журавлева О. В. Временная и пространственная изменчивость стока рек в горах Алтая / О. В. Журавлева // Алтайский регион в фокусе глобальных Земных проблем : материалы международной научно-практической конференции. – Барнаул, 2006. – С. 64–68.
9. Зимние наводнения как результат резонанса природной и антропогенной составляющей современных геосистем / Н. А. Кочеева, М. Г. Сухова, О. В. Журавлева, С. С. Драчев, В. Е. Кац, М. С. Доставалова // Вестник Томского государственного университета. Бюллетень оперативной научной информации. – Май 2006. – № 72. – С. 12–34.
10. Истомина М. Н. Наводнения: генезис, социально-экономические и экологические последствия / М. Н. Истомина, А. Г. Кочарян, И. П. Лебедева // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32, № 4. – С. 389–398.
11. Маринин А. М. Физическая география Горного Алтая : учебное пособие / А. М. Маринин, Г. С. Самойлова. – Барнаул, 1987. – 110 с.
12. Модина Т. Д. Климат и агроклиматические ресурсы Алтая / Т. Д. Модина, М. Г. Сухова. – Новосибирск, 2007. – 180 с.
13. Харламова Н. Ф. Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского региона / Н. Ф. Харламова. – Барнаул : Алтайский государственный университет, 2013. – 156 с.
14. Шурупа Е. П. Затопы и зажоры на реках Алтая / Е. П. Шурупа, Г. В. Проскурина // Гляциология Алтая. – 1976. – Вып. 11. – С. 136–140.
15. Sukhova M. G. Diagnostics of reaction of mountain ecosystems of Altai on regional climate changes / M. G. Sukhova, E. O. Garms, N. G. Politova // Science and Society : proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference (20–21 March 2013). – London, 2013. – P. 46–54.

#### References

1. Avakyan A. B. Navodneniya v proshlom, nastoyashchem i budushchem. Kontseptsiya zashchity [The floods in the past, present and future. The concept of protection]. *Izvestiya Rossiyskoy*

- akademii nauk. Ser. geograficheskaya [Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya], 2000, no. 5, pp. 40–46.
2. Avakyan A. B., Istomina M. N. Prirodnye i antropogennye prichiny navodneniy [Natural and anthropogenic causes flooding]. *Informatsionnyy sbornik* [Information Collection], 2001, no. 8, pp. 53–70.
  3. Gulyaev D. I., Modorov A. A., Kocheeva N. A., Sukhova M. G. Anomalnye osadki Respubliki Altay letom 2014 goda i ikh posledstviya [Abnormal deposits of the Altai Republic in the summer of 2014 and their consequences]. *Molodezhnyy nauchnyy forum: Estestvennye i meditsinskie nauki : elektronnyy sbornik statey po materialam XXII studencheskoy mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Youth Science Forum: Natural and Medical Sciences. Electronic Collection of Articles on Student Materials XXII International Extramural Scientific and Practical Conference], 2015, no. 3 (21), pp. 94–101.
  4. *Arkhiv pogody na meteostantsiyakh Respubliki Altay* [Weather archive at meteorological stations of the Altai Republic]. Available at: <http://rtp5.ru> (accessed: 15.09.2015).
  5. Atlas Altayskogo kraya [Atlas of the Altai Territory], Moscow, Barnaul, GUGK Publ., 1978, vol. 1. 222 p.
  6. Vtoroy otsenochnyy doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii [Second Assessment Report of Roshydromet on climate change and their impact on the territory of the Russian Federation]. Available at: [http://downloads.igce.ru/publications/OD\\_2\\_2014/v2014/htm](http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/htm) (accessed: 15.09.2015).
  7. Ezhednevnyye dannyye nablyudeniya operativno-nablyudatelnykh podrazdeleniy VNIIGMI MTsD [Daily observations operational and supervisory departments All-Russian Research Institute of Hydrometeorological information- World Data Center]. *Federalnaya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy* [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring]. Available at: <http://meteo.ru/data> (accessed: 15.09.2015).
  8. Zhuravleva, O.V. Vremennaya i prostranstvennaya izmenchivost stoka rek v gorakh Altaya [Temporal and spatial variability of river flow in the Altai Mountains]. *Altayskiy region v fokuse globalnykh zemnykh problem : materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Altay Region to Focus Global Earth Problems. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference], Barnaul, 2006, pp. 64–68.
  9. Kocheva N. A., Sukhova M. G., Zhuravleva O. V., Drachev S. S., Kats V. Ye., Dostavalova M. S. Zimnie navodneniya kak rezultat rezonansa prirodnoy i antropogennoy sostavlyayushey sovremennykh geosistem [Winter flooding as a result of the resonance of the natural and anthropogenic component of modern geosystems]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Byulleten operativnoy nauchnoy informatsii* [Bulletin of Tomsk State University. Operational Bulletin of Scientific Information], May 2006, no. 72, pp. 12–34.
  10. Istomina M. N., Kocharyan A. G., Lebedeva I. P. Navodneniya: genezis, sotsialno-ekonomicheskie i ekologicheskie posledstviya [Floods: genesis, socio-economic and environmental impacts]. *Vodnye resursy* [Water Resources], 2005, vol. 32, no. 4, pp. 389–398.
  11. Marinin A. M., Samoylova G. S. *Fizicheskaya geografiya Gornogo Altaya* [Physical Geography of the Altai Mountains], Barnaul, 1987. 110 p.
  12. Modina T. D., Sukhova M. G. *Klimat i agroklimaticheskie resursy Altaya* [Climate and agro-climatic resources of Altai], Novosibirsk, 2007. 180 p.
  13. Kharlamova N. F. *Otsenka i prognoz sovremennykh izmeneniy klimata Altayskogo regiona* [Assessment and forecast of climate change today Altay region], Barnaul, Altai State University publ. House, 2013. 156 p.
  14. Shurupa Ye. P., Proskurina G. V. Zatory i zakhory na rekakh Altaya [Congestion and ice dams rivers of Altai]. *Glyatsiologiya Altaya* [Glaciology Altai], 1976, issue 11, pp. 136–140.
  15. Sukhova M. G., Garms E. O., Politova N. G. Diagnostics of reaction of mountain ecosystems of Altai on regional climate changes. *Science and Society. Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference (March 20–21 2013)*, London, 2013, pp. 46–54.