



УДК 627.153(571.53)

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.34.96>

Генезис наводнений в Иркутской области

Е. В. Слепнева, Е. А. Парыгина

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Н. В. Кичигина

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Изучены главные причины, способствующие возникновению разнообразных по генезису наводнений в водосборных бассейнах рек Ангары, Нижней Тунгуски, Лены и оз. Байкал в пределах Иркутской области. На основе анализа собранных материалов рассмотрены природные предпосылки возникновения наводнений в Иркутской области и выделены наиболее важные из них: 1) обильный приток воды при таянии снега в горах (весеннее половодье); 2) длительное выпадение интенсивных дождей в бассейнах рек (летние дождевые паводки); 3) загромождение русел рек льдом (заторы и зажоры). Наиболее значимыми параметрами при анализе опасности наводнений являются максимальные расходы и уровни воды. Изучены максимальные расходы воды весеннего половодья и летних дождевых паводков на отдельных гидрологических постах, а также осуществлена инвентаризация участков рек с заторами и зажорами. По результатам проведенного анализа выполнено районирование территории Иркутской области по генезису наводнений. Выделено девять районов (Бирюсинско-Удинский, Восточно-Саянский, Верхнеангарский, Среднеангарский, Лено-Ангарский, Верхнеленский, Прибайкальский, Тунгусский и Витимо-Патомский), отличающихся по водному режиму рек и природным условиям формирования речного стока и наводнений.

Ключевые слова: генезис наводнений, бассейны рек, Иркутская область, летние дождевые паводки, весеннее половодье, заторы и зажоры, природные факторы, районирование.

Для цитирования: Слепнева Е. В., Парыгина Е. А., Кичигина Н. В. Генезис наводнений в Иркутской области // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2020. Т. 34. С. 96–112. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.34.96>

Введение

Большая часть населенных пунктов Иркутской области располагается в поймах и прирусловых террасах крупных речных систем, на которых в отдельные годы могут происходить наводнения с серьезными последствиями для населения и окружающей среды. В периоды высокой водности рек вода может выходить из своего русла и затоплять близлежащие территории с нанесением значительного материального ущерба для людей, а в некоторых случаях приводить к их гибели. В связи с этим исследование основных причин возникновения наводнений является весьма актуальной задачей.

Цель работы – изучить основные причины и факторы, способствующие возникновению наводнений в отдельных водосборных бассейнах Иркутской области.

К задачам исследования относятся: 1) анализ природных предпосылок возникновения наводнений в Иркутской области; 2) анализ гидрологических показателей (максимальных расходов воды половодий и паводков) на отдельных гидрологических постах и исследование заторных и зажорных участков; 3) проведение районирования территории по генезису наводнений.

Объекты, исходные данные и методика исследования

Объектами исследования стали крупные речные бассейны Иркутской области – водосборный бассейн Енисея (реки Ангара и Нижняя Тунгуска), р. Лены, а также притоки западного и юго-западного побережья оз. Байкал.

Исходными материалами послужили данные о максимальных расходах половодий и паводков на 62 гидрологических постах за весь период наблюдений в 2014–2016 гг. по материалам Государственного водного кадастра [Многолетние данные о режиме ... , 1985; 1986; Автоматизированная информационная система ...] и Иркутского управления по гидрометеорологии [Иркутское управление по гидрометеорологии ...]. Изучались ряды с периодом наблюдений не менее 26 лет. Использовались статистические данные [Каталог заторных и зажорных участков ..., 1976; Ресурсы поверхностных вод СССР ..., 1972], а также различные литературные источники [Лексакова, 1987; Географические закономерности ..., 2003; Бузин, 2009; Кичигина, 2018] и карты [Атлас Иркутской области, 1962; Атлас Иркутской области ..., 2004; Атлас «Иркутск ...», 2016; Экологический атлас ..., 2017].

Исследование рек Иркутской области по выделению опасных гидрологических явлений, приводящих к возникновению разнообразных по генезису наводнений, было проведено в несколько этапов (рис. 1).

На первом этапе работы собрана информация из литературных источников по характеристике опасных гидрологических явлений, свойственных рекам Иркутской области, и условиям их формирования. Для гидрологических постов в бассейнах рек Ангары, Нижней Тунгуски, Лены и оз. Байкал был осуществлен анализ преобладания максимальных расходов весенних половодий и дождевых паводков. Для этого проводилось сравнение количества максимумов половодного и паводочного генезиса в ряду годовых максимальных расходов за одинаковый промежуток времени и сравнение абсолютных максимумов (максимумов из максимумов за период наблюдений). В результате были выделены реки, на которых преобладают половодья или паводки, а также реки с их соизмеримым вкладом, т. е. в одни годы максимальный расход может наблюдаться вследствие весеннего половодья, а в другие – дождевого паводка, и количество максимумов и половодного и паводочного генезиса в ряду годовых максимальных расходов значительно.

По данным [Каталог заторных и зажорных участков ..., 1976] были определены заторные и зажорные участки на реках Иркутской области, которые могут способствовать возникновению наводнений.

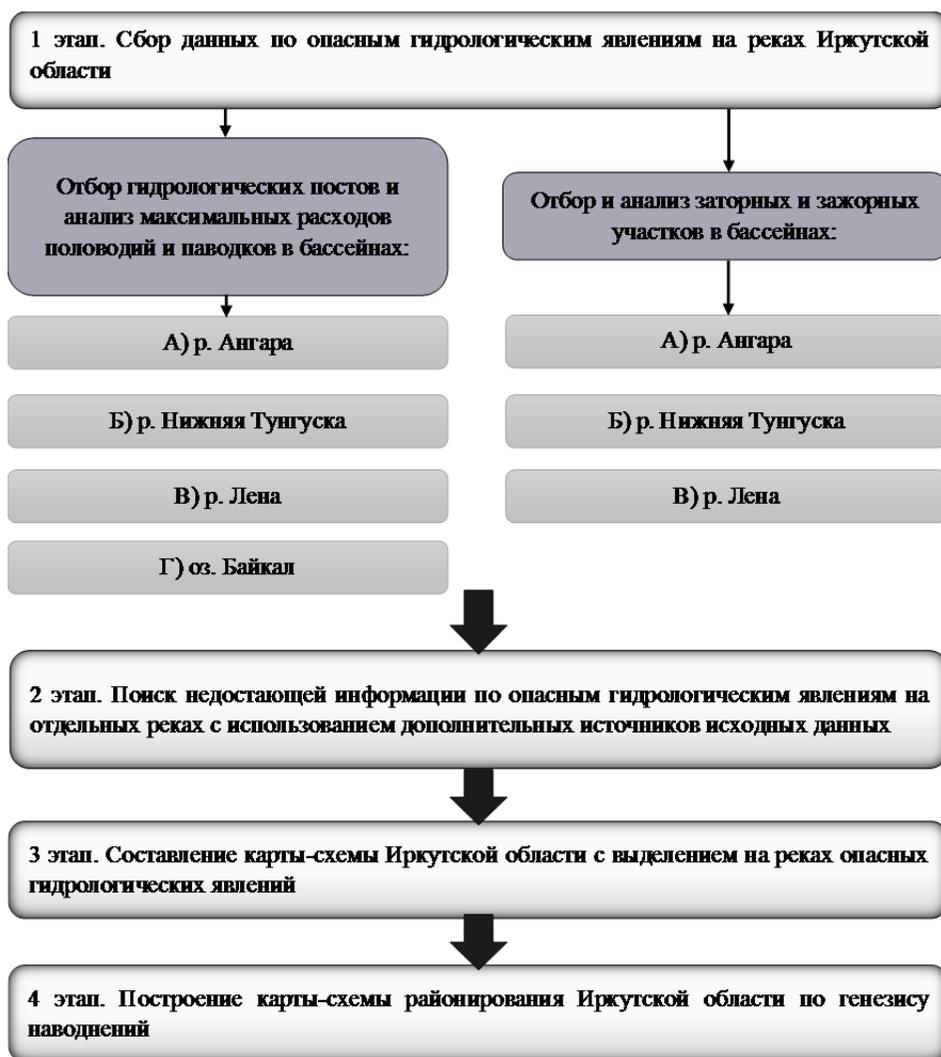


Рис. 1. Основные этапы исследования генезиса наводнений на реках Иркутской области

Второй этап основан на сборе недостающей информации по отдельным рекам, на которых отсутствуют гидропосты или ряды максимальных расходов на гидрологических постах слишком короткие, а также дополнительной информации по заторным и зажорным участкам. Для этого использовались дополнительные источники исходных данных, которыми послужили: карта опасных гидрологических явлений [Атлас Иркутской области ... , 2004], карта опасности наводнений в Байкальском регионе [Экологический атлас ... , 2017], сведения по опасности наводнений на реках Байкальского региона [Кичигина, 2018], информация по водному режиму отдельных рек из электронной научно-популярной энциклопедии «Вода России» [Научно-

популярная энциклопедия ...], карта генезиса наводнений для рек бассейнов Ангары и верхней Лены [Korytny, Kichigina, 2006].

На третьем этапе по результатам полученных данных на реках Иркутской области с использованием ГИС-технологий были выделены участки с различными опасными гидрологическими явлениями, которые могут способствовать возникновению наводнений.

На заключительном, четвертом, этапе путем сопряженного анализа данных карт геоморфологического и климатического районирования, с учетом условий формирования водного режима рек, было проведено районирование Иркутской области по генезису наводнений и охарактеризован каждый из выделенных районов.

Результаты исследования

Водосборный бассейн р. Енисей (реки Ангара и Нижняя Тунгуска)

Основной водной артерией в области является р. Ангара, берущая начало из оз. Байкал и впадающая в р. Енисей. Ангара – самый многоводный приток Енисея. В пределах области ее протяженность составляет 1107 км (общая протяженность – 1779 км). В питании Ангары основная роль принадлежит талым и дождевым водам [Научно-популярная энциклопедия ...].

Бассейн р. Ангары отличается разнообразием не только климатических условий ввиду большой протяженности территории бассейна, но и наличием разных типов рельефа – как горного, так и равнинного платформенного. В связи с этим формируются особенности гидрологического режима. Для ангарского бассейна свойственно общее увеличение нормы стока весеннего периода во время половодий с юга на север и обратная тенденция для стока в летний сезон в период дождевых паводков [Лексакова, 1987]. Поэтому в южных частях бассейна Ангары на гидрологических постах преобладают в большей степени максимальные расходы дождевых паводков, а севернее, в пределах Среднесибирского плоскогорья, максимальные расходы весеннего половодья.

Главной причиной большинства паводочных наводнений в бассейне р. Ангары является вторжение на территорию Иркутской области в летний сезон мощных циклонов. В это время над областью формируется область пониженного атмосферного давления. Теплые воздушные массы приходят с юга и запада. Сильные ливневые дожди в теплый период года могут вызвать наводнения паводочного генезиса. Максимальное количество дождевых осадков в бассейне Ангары наблюдается конце июля – начале августа.

В бассейне Ангары на территории Иркутской области исследовано 32 гидрологических поста. Выявлено преобладание паводочных максимумов (для 15 гидропостов), соизмеримый вклад максимумов половодья и паводков для 10 гидропостов, меньше всего приходится на половодные максимумы – для 7 гидропостов (рис. 2). Таким образом, подтверждается, что одна из главных причин наводнений в бассейне р. Ангары в Иркутской области – летние дождевые паводки.

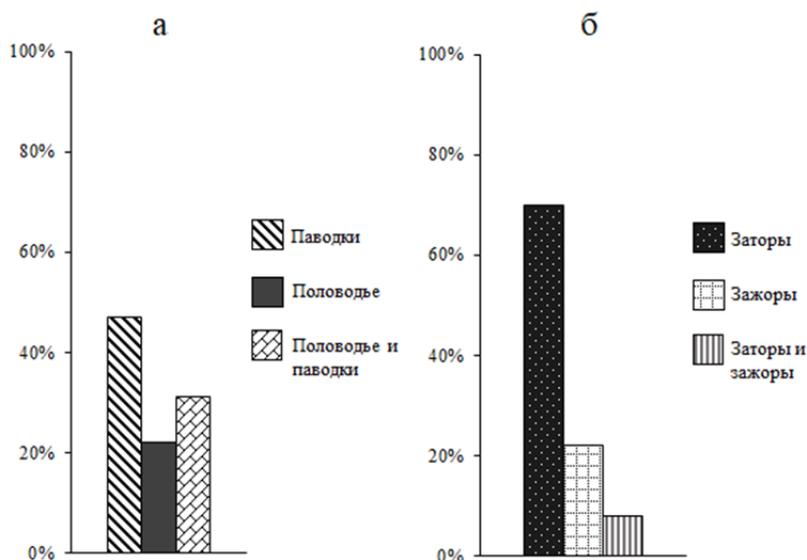


Рис. 2. Доля гидрологических постов с преобладанием в ряду годовых максимальных расходов половодий, паводков либо их соизмеримого вклада (а) и участков с заторами, зажорами (б) в бассейне р. Ангары Иркутской области

Помимо половодий и паводков, в бассейне Ангары наблюдаются заторные, зажорные и заторно-зажорные явления. Всего исследовано 36 участков, из них 25 составляют заторные участки (см. рис. 2). Они образуются в весенний период на Бирюсе, Уде и Илимсе. Зажорных участков сравнительно меньше (8). Наблюдаются такие участки в Усть-Илимском водохранилище. Образование зажоров в нижнем бьефе Усть-Илимской ГЭС происходит на кромке воды и льда в ходе накопления комов шуги и примыкания льдин друг к другу, а также их смерзания. Если льда и шуги накапливается очень много, то из-за резкого изменения температуры или расхода воды происходит срыв ледяной кромки и дальнейшее накопление льда и шуги под ледяным покровом, вследствие чего наблюдается повышение уровня воды. Меньше всего в бассейне р. Ангары заторно-зажорных участков (3), где в осенний период могут образовываться зажоры, а весной – заторы.

На территории Иркутской области к водосборному бассейну р. Енисей, кроме бассейна Ангары, относится часть еще одного крупного бассейна – Нижней Тунгуски. Река является правым притоком Енисея. Длина реки – 2990 км, площадь бассейна – 473 тыс. км². К наиболее крупным притокам Нижней Тунгуски в Иркутской области относятся реки Непа, Большая Ерма, Тетяя и др. [Научно-популярная энциклопедия ...].

Для Нижней Тунгуски и ее крупных притоков в весенний период характерно возникновение половодий в результате интенсивного снеготаяния, которые преобладают на трех исследованных гидрологических постах. Про-

ходят они в ее верховьях в мае – июне в результате интенсивного снеготаяния, а в низовьях – в мае – июле. Наиболее многоводный месяц – июнь.

Помимо половодий, на Нижней Тунгуске широко распространены заторы (15 участков). Образование заторов во время весеннего ледохода в бассейне Нижней Тунгуски связано в первую очередь с субмеридиональным направлением реки и извилистостью русла. Заторы вызывают стеснение живого сечения реки и приводят к подъему уровня воды с затоплением поймы и населенных пунктов, расположенных вблизи.

Водосборный бассейн р. Лены

Река Лена берет свое начало на западном склоне Байкальского хребта на высоте 1000 м и впадает в море Лаптевых. Общая протяженность реки – 4400 км, площадь водосборного бассейна – 2490 тыс. км² [Географические закономерности ... , 2003]. В пределах Иркутской области наиболее развита речная сеть, расположенная по правому берегу Лены. К крупным правым притокам здесь относятся реки Киренга, Витим, Чая, Большая Чуя, Мама и др.

В бассейне Лены был исследован 21 гидрологический пост. Выявлено преобладание максимумов весеннего половодья по их абсолютным значениям (12 исследованных гидрологических постов). Соизмеримый вклад максимальных расходов половодий и паводков наблюдается на девяти гидропостах. Из рассмотренных гидропостов с преобладанием паводочных максимумов нет (рис. 3).

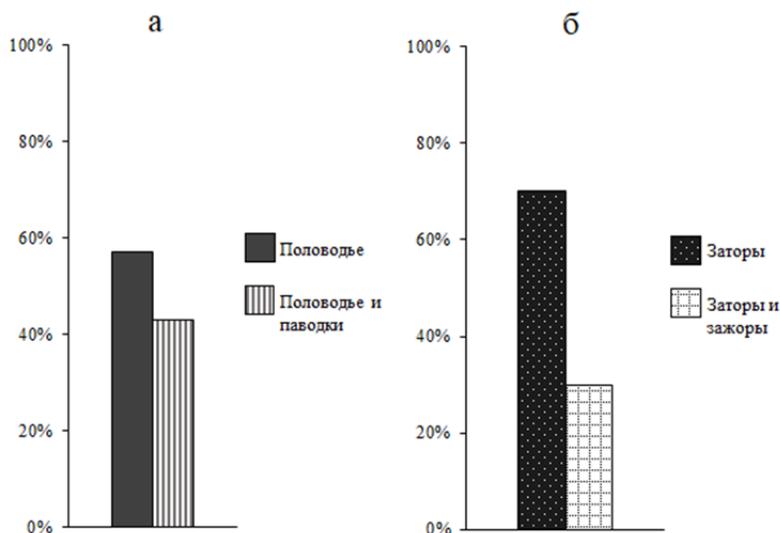


Рис. 3. Доля гидрологических постов с преобладанием в ряду годовых максимальных расходов половодий, паводков либо их соизмеримого вклада (а) и участков с заторами, зажорами (б) в бассейне р. Лены Иркутской области

Равнинное положение бассейна р. Лены на территории Иркутской области способствует формированию половодных наводнений. Ко времени интенсивного таяния снега, которое наблюдается в конце апреля – начале мая, формируются благоприятные условия стока талых вод и образования весенних половодий на самой Лене и ее притоках. Мерзлые грунты не успевают к этому времени оттаять, что способствует быстрому стеканию талых вод в реки.

Кроме этого, для водосборного бассейна Лены характерны заторные наводнения. Заторы наблюдаются на 33 исследованных участках, заторы и зажоры – на 14 (см. рис. 3). Важнейшим обстоятельством, способствующим возникновению заторов, является субмеридиональное направление рек с юга на север, что свойственно Лене и ее притокам. Так, на юге р. Лена и ее притоки замерзают в начале ноября и вскрываются в конце апреля, а в северных районах – замерзают в середине октября и вскрываются во второй половине мая. То есть начало образования и схода ледового покрова рек происходит неодновременно. Более раннее вскрытие рек в верховьях приводит к образованию заторов льда в сужениях и излучинах русла реки, на мелях и в других местах, где проход льда затруднен. Заторы препятствуют прохождению воды по руслу рек, их уровень резко повышается, вызывая затопление поймы, а в некоторых случаях и наводнение.

Водосборный бассейн оз. Байкал

В Иркутской области для рек бассейна оз. Байкал, берущих начало в горах Хамар-Дабана, свойственны дождевые паводки. Это связано с циклонами, которые приходят в область из Монголии. Низкая инфильтрационная способность грунтов, сложенных горными породами архея и протерозоя, и большие уклоны содействуют быстрому стеканию дождевых вод в реки и формированию паводочных максимумов во время сильных дождей и ливней в летний период.

Реки, берущие начало в горах Приморского и Байкальского хребтов западного побережья бассейна оз. Байкал, имеют смешанное питание, когда формирование максимального стока в одни годы связано с половодьями, в другие – с паводками или возможно наложение дождевых паводков на сток половодья.

Половодье на реках выражено значительно меньше в связи с меньшим количеством зимних осадков.

В бассейне оз. Байкал исследовано шесть гидропостов. Анализ значений преобладающих максимальных расходов на гидрологических постах в бассейне оз. Байкал на территории Иркутской области показал преобладание экстремумов паводочного генезиса (4 гидропоста), экстремумы смешанного генезиса наблюдаются на двух гидропостах (рис. 4). Створов с преобладанием половодий в ряду годовых максимальных расходов нет.

Таким образом, на всех реках бассейна оз. Байкал в Иркутской области дождевые паводки играют важную роль в формировании наибольшего стока в течение года. На отдельных реках (Бугульдейка, Анга) дождевые паводки могут накладываться на сток весеннего половодья.

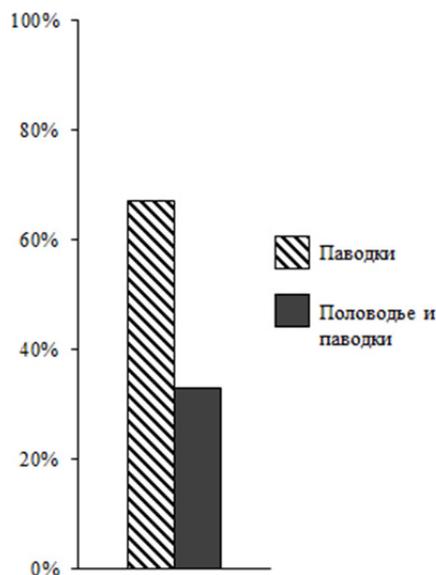


Рис. 4. Доля гидрологических постов с преобладанием в ряду годовых максимальных расходов паводков либо соизмеримого вклада половодий и паводков в бассейне оз. Байкал Иркутской области

Районирование территории Иркутской области по генезису наводнений

Комплексное изучение природных условий способствовало выявлению особенностей формирования опасных гидрологических явлений на реках. В работе использовались карты геоморфологического и климатического районирования, крутизны склонов, рельефа, многолетней мерзлоты, снежного покрова, годового количества атмосферных осадков [Атлас Иркутской области ... , 1962; Атлас Иркутской области ... , 2004; Атлас ... , 2016]. Каждая из этих карт имеет важное значение в определении гидрологического режима рек и выявлении природных причин возникновения наводнений в Иркутской области.

При составлении карты-схемы районирования Иркутской области по генезису наводнений (рис. 5) применялся метод сопряженного анализа, основанного на выявлении взаимосвязей между отдельными компонентами природы (геоморфологическим строением, климатическими условиями и водным режимом рек). Использование метода сопряженного анализа позволило выделить на территории Иркутской области районы, отличающиеся по природным условиям формирования опасных гидрологических явлений и причинам наводнений на реках. Названия районов даны по крупным рекам, протекающим по каждому из выделенных участков, за исключением Восточно-Саянского и Прибайкальского, здесь основная роль в формировании стока принадлежит рельефу.



Рис. 5. Карта районирования Иркутской области по генезису наводнений

Всего на территории Иркутской области было выделено девять районов.

1. Бирюсинско-Удинский, расположенный на западе Иркутской области. На юге включает горные районы Восточного Саяна, на севере пониженные участки Канско-Рыбинской равнины и Мурской низменности. Увеличение высоты рельефа происходит при движении с севера на юг от 300–400 до 1000–2000 м и более. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 300–600 мм на равнинах, в горах – до 1000 и более. Запасы воды в снежном покрове достигают 200 мм.

Главная причина наводнений в Бирюсинско-Удинском районе – дождевые паводки, формирующиеся в горах Восточного Саяна во время вторжения в Иркутскую область мощных летних циклонов. К рекам с паводочным режимом относятся Уда, Бирюса, Топорок, Гутара. С понижением высоты на равнинах уже начинает преобладать весеннее половодье (Бирюса, Топорок, Туманшет), возникающее в результате интенсивного снеготаяния. Затопы характерны для рек, имеющих субмеридиональное направление русел (Уда, Бирюса).

2. Восточно-Саянский включает наиболее приподнятые формы рельефа юго-запада Иркутской области со средними высотами 1000–2000 м и более. Большой уклон поверхности ($8\text{--}20^\circ$ и более) и высокое среднегодовое количество атмосферных осадков (600–1000 мм и более) способствуют сбросу большого объема воды в левобережные притоки водосборного бассейна Ангары. Основная часть осадков приходится на летний период, когда на территорию Иркутской области через Монголию проникают летние циклоны с Тихого океана. Зимой осадков выпадает мало из-за действия мощного Азиатского антициклона. Снежный покров – в основном до 200 мм. На крайнем юго-западе многолетнемерзлые породы имеют сплошное распространение, это приводит к снижению инфильтрационной способности грунтов и увеличению речного стока. С уменьшением высоты гор многолетнемерзлые породы начинают приобретать прерывистое и островное распространение.

Все вышеперечисленные особенности территории Восточно-Саянского района приводят к формированию благоприятных условий для возникновения летних дождевых паводков (Ия, Ока, Большая Белая, Китой, Иркут и др.).

3. Верхнеангарский район располагается на юго-западе Среднесибирского плоскогорья, где наблюдается переход от горного рельефа к равнинному. Крутизна склонов – $2\text{--}8^\circ$, высота рельефа – до 600–1000 м. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 400–600 мм.

На левобережных притоках, берущих начало в горах Восточного Саяна (Ия, Ока, Большая Белая, Китой, Иркут и др.), максимальный годовой сток формируется во время дождевых паводков. С постепенным переходом на равнинные территории появляются участки с половодьями, здесь основную роль в питании рек уже начинает играть интенсивное снеготаяние в весенний период (Зима, Хайта). В восточной же части района сток половодья преобладает над паводочным стоком (Оса, Куда).

4. Среднеангарский район располагается в пределах Мурской низменности и Ковинского кряжа. Средние высоты составляют от 300 до 1000 м. Высота снежного покрова – до 200 мм. Район характеризуется менее расчлененным рельефом с преобладающими превышениями водоразделов над руслами рек до 300 м и крутизной склонов в $2\text{--}8^\circ$.

Отличие данного района основано на преобладании снегового питания рек, что приводит к возникновению высоких весенних половодий (Мура, Кова, Убь). Малое количество атмосферных осадков (до 400 мм в год), большая часть которых приходится на зимний период, не может приводить

к возникновению в районе опасных гидрологических явлений, связанных с дождевыми паводками.

5. Лено-Ангарский – наиболее обширный район, располагается в пределах Среднесибирского плоскогорья. Средние высоты составляют 600–1000 м. Район включает Ангарский кряж, Лено-Ангарское плато, Предбайкальскую впадину и Приленское плато. Средняя крутизна склонов – 2–8°. Среднегодовое количество осадков – 400–600 (800) мм.

Для рек характерны весеннее половодье и заторные явления. На реках этого района сток в половодье может достигать 70 % от всего годового стока. Большая часть рек Лено-Ангарского района протекают в субмеридиональном направлении. Неравномерное начало таяния ледового покрова на реках (на юге реки начинают вскрываться в конце апреля, а на севере – во второй половине мая) способствует формированию благоприятных условий для образования заторов в сужениях и излучинах русла реки, на мелях и в других местах (Лена, Купа, Кута, Илга, Киренга, Малая Чуя и др.). Возникновение весеннего половодья на этих же реках, как уже было сказано выше, обусловлено равнинным рельефом и интенсивным снеготаянием, которое наблюдается в конце апреля – начале мая.

Кроме этого, для Лено-Ангарского района больше всего характерны зажорные явления, которые наблюдаются лишь в бассейне р. Ангары. Значительное количество зажоров свойственно Усть-Илимскому водохранилищу, где в нижнем бьефе ГЭС они образуются при ледоставе в результате заноса шуги под ледяной покров ниже больших существующих всю зиму польней [Бузин, 2009].

Больше всего заторно-зажорных участков наблюдается на самой р. Лене. Зажорные участки на карте не были выделены из-за их локального распространения на конкретных участках. Этими местами на Лене могут служить участки с повышенными уклонами, где задерживается перемещение кромки, а также места с недостаточной льдопропускной способностью русла (излучины реки, места стеснения русла островами) [Бузин, 2009]. Скопление шуги вызывает стеснение водного сечения русла реки и приводит к подъему уровня воды с возможным выходом ее на пойму и затоплением близлежащих территорий.

6. Верхнеленский район располагается в предгорьях Приморского и части Прибайкальского хребтов. Район характеризуется небольшими уклонами поверхности в 2–8°. Ближе к истокам рек крутизна склонов увеличивается до 20°. Среднегодовое количество выпадающих осадков составляет от 400 до 800 мм, высота снежного покрова – до 200 мм.

Для рек этого района характерны как летние дождевые паводки и весеннее половодье, так и заторные явления (Илга, Тугура, Манзурка, верховья Лены и Киренги). При этом абсолютные максимумы расходов воды могут быть и снегового, и дождевого происхождения, но паводочные по значениям наибольших максимальных расходов все же преобладают над половодными.

7. Прибайкальский район включает территории Приморского хребта и хр. Хамар-Дабан. Для этих хребтов характерны крутые склоны (8–20° и более) с высотами более 1000 м. Среднегодовое количество осадков – 500 мм и более. Запас воды в снежном покрове – до 100 мм, чего недостаточно для формирования здесь весенних половодий.

В этом районе сформировались благоприятные условия для возникновения летних дождевых паводков в результате быстрого сброса воды по крутым склонам хребтов. Район располагается на пути влагонесущих воздушных масс, в связи с чем большая часть осадков приходится на летний период (июль – август) в виде интенсивных дождей и ливней. К рекам с паводочным режимом относятся Голоустная, Бугульдейка, Анга, Хара-Мурин, Утулик, Безымянная. При этом, исходя из анализов преобладающих максимальных расходов, на реках Бугульдейке и Анге, помимо дождевых паводков, в отдельные годы может наблюдаться весеннее половодье.

В южной оконечности Прибайкальского района дождевые паводки часто усугубляются селями. Образованию селей способствуют большая крутизна склонов хр. Хамар-Дабан (более 20°) и внезапное выпадение обильного количества атмосферных осадков в виде интенсивных дождей, что приводит к обрушению большого количества обломочных горных пород и формированию грязевых, грязекаменных или водно-каменных потоков большой разрушительной силы. Селевые потоки наносят серьезный ущерб природе и жизни людей, разрушая естественную среду и населенные пункты, находящиеся на их пути.

8. Тунгусский район относится к одному из наиболее пониженных участков рельефа на территории Иркутской области. Обширную часть этого района занимает Ербогаченская равнина со средними высотами 300–400 м. Сплошное распространение многолетнемерзлых пород с глубиной промерзания более 2 м сыграло свою роль в очень низкой инфильтрационной способности грунтов, в результате чего большая часть осадков не задерживается в торфянисто-перегнойных, дерновых лесных и подзолистых почвах, что приводит к стоку талых вод в реки.

Так как большая часть осадков здесь приходится на зимний период, то весной происходит стаивание снежного покрова с запасом воды около 200 мм и верхних частей многолетнемерзлых пород. Все это содействует формированию благоприятных условий для возникновения половодий (Нижняя Тунгуска, Малая и Большая Ерема, Тетя и др.). Для Нижней Тунгуски, помимо половодий, свойственны заторные явления, наблюдающиеся по всей длине реки в пределах Иркутской области.

9. Витимо-Патомский район включает территорию Байкало-Патомского нагорья. Район характеризуется приподнятыми формами рельефа с высотами более 1000 м и крутизной склонов в 8–20° и более (Патомское нагорье, хр. Кропоткина, Делюн-Уранский хребет, хр. Кодар). Среднегодовое количество осадков составляет 500–1000 мм. В этом районе наблюдается сплошное распространение многолетнемерзлых пород.

Во время интенсивных летних дождей происходит быстрый сброс воды по склонам и на реках Витим, Большой Патом, Жуя, Большая Чуя, Мама, Мамакан и др. наблюдаются паводки. Заторные явления на этих же реках, как уже было упомянуто ранее, проявляются в результате субмеридиональной вытянутости русел рек и неравномерного начала таяния ледового покрова. Также этому району свойственно значительное выпадение осадков в зимний период, запас воды в снежном покрове в среднем может достигать 400 мм, и на этих же реках, помимо паводков и заторов, наблюдается весеннее половодье. На реках Мама и Мамакан участками могут возникать зажорные явления.

Районы Иркутского, Братского и Усть-Илимского водохранилищ не были выделены по опасным гидрологическим явлениям в связи с тем, что это участки гидротехнического регулирования и наводнения от половодий, паводков, заторов или зажоров здесь не наблюдаются. Но имеют место наводнения вследствие строительства ГЭС. Здесь есть риск возникновения наводнений во время разрушения плотин, а также затоплений в верхних бьефах в результате переполнения водохранилищ и больших экстренных сбросов воды через плотину.

Немаловажную роль при составлении карты-схемы сыграл наибольший за период наблюдений максимальный расход воды (максимум из максимумов) на исследованных гидропостах, характеризующий преобладание максимумов половодного или паводочного генезиса. Данные по количеству гидрологических постов в выделенных районах с преобладанием наибольших максимальных расходов половодий и паводков приведены в табл.

Таблица

Количество гидрологических постов с преобладанием наибольших максимальных расходов половодий и паводков по районам Иркутской области, выделенным по генезису наводнений

Районы	Всего исследовано гидропостов	Количество гидропостов с наибольшими максимальными расходами за период наблюдений	
		половодья	паводки
Бирюсинско-Удинский	5	0	5
Восточно-Саянский	5	0	5
Верхнеангарский	18	4	14
Среднеангарский	2	2	0
Лено-Ангарский	15	14	1
Верхнеленский	6	3	3
Прибайкальский	6	0	6
Тунгусский	1	1	0
Витимо-Патомский	4	2	2

Паводочные максимальные расходы за период наблюдений на гидрологических постах преобладают в Бирюсинско-Удинском, Восточно-Саянском, Верхнеангарском и Прибайкальском районах. На гидропостах Среднеангарского, Лено-Ангарского и Тунгусского районов наибольшие максимальные расходы были зафиксированы во время прохождения весен-

них половодий. К районам, где на реках наибольший максимальный расход наблюдался как во время половодий, так и во время паводков, относятся Верхнеленский и Витимо-Патомский.

Заключение

В результате проделанной работы были выявлены и проанализированы основные причины и факторы возникновения наводнений в Иркутской области. Наиболее характерными являются:

- 1) наводнения, возникающие в результате увеличения стока рек в периоды весеннего или весенне-летнего половодья и летних дождевых паводков;
- 2) наводнения, вызванные столкновением водного потока с препятствием в русле реки при заторах и зажорах.

Для Иркутской области наиболее опасными остаются паводочные наводнения, вызываемые сильными ливневыми дождями. Наибольшая повторяемость наводнений этого генезиса характерна для юго-западных районов Иркутской области, где расположены водосборные бассейны левобережных притоков Ангары (реки Бирюса, Уда, Ия, Ока, Большая Белая, Китой, Иркут и др.) и оз. Байкал (реки Хара-Мурин, Утулик, Голоустная и др.).

Риск возникновения наводнений от половодий отмечается в бассейне Лены на всем ее протяжении в пределах Иркутской области и для части водосборного бассейна Ангары, расположенного на Среднесибирском плоскогорье.

На ряде рек в Иркутской области (Топорок, Куда, Киренга, Витим, Бугульдейка, Анга и др.) наводнения в отдельные годы могут происходить как в результате весеннего половодья, так и в результате летних дождевых паводков.

Заторные наводнения чаще всего наблюдаются в бассейне Лены, кроме того, они могут случаться в бассейнах Нижней Тунгуски и Ангары. Зажорные участки имеются на р. Ангаре, но наводнения зажорного типа в Иркутской области не отмечаются. Заторно-зажорные явления характерны для водосборного бассейна Лены.

Итогом работы послужило проведение районирования территории Иркутской области по генезису наводнений. Было выделено девять районов (Бирюсинско-Удинский, Восточно-Саянский, Верхнеангарский, Среднеангарский, Лено-Ангарский, Верхнеленский, Прибайкальский, Тунгусский и Витимо-Патомский), отличающихся по водному режиму рек и природным условиям формирования речного стока.

Выполненное районирование территории Иркутской области имеет как практическое, так и теоретическое значение. Результаты данного исследования могут использоваться в образовательных учреждениях, в работе МЧС, а также в научной деятельности для получения современных данных по причинам и характеру распространения наводнений в пределах Иркутской области.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ИГ СО РАН им. В. Б. Сочавы (№ государственной регистрации АААА-А17-117041910172-4).

Список литературы

Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). URL: <https://gmvo.skniivh.ru> (дата обращения: 06.09.2020).

Атлас Иркутской области / редкол.: Гриценко А. В. [и др.] ; отв. ред. И. П. Заруцкая. М. ; Иркутск : ГУГК, 1962. 182 с.

Атлас Иркутской области: экологические условия развития / ред.: В. В. Воробьев, А. Н. Антипов, В. Ф. Хабаров. М. ; Иркутск : Роскартография, Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. 90 с.

Атлас «Иркутск и Иркутская область» / С. Ф. Мазуров [и др.]. Иркутск : ВостСиб АГП, 2016. 48 с.

Бузин В. А., Зиновьев А. Т. Ледовые процессы и явления на реках и водохранилищах. Методы математического моделирования и опыт их реализации для практических целей (обзор современного состояния проблемы). Барнаул : Пять плюс, 2009. 168 с.

Географические закономерности гидрологических процессов юга Восточной Сибири / А. Н. Антипов [и др.]. Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. 208 с.

Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <http://www.meteorf.ru/> (дата обращения 27.05.2020).

Каталог заторных и закорных участков рек СССР: Т. 2. Азиатская часть СССР / ред. М. И. Гуревича, Т. Н. Макаревича. Л. : Гидрометеиздат, 1976. 288 с.

Кичигина Н. В. Опасность наводнений на реках Байкальского региона // География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 41–51.

Лексакова В. Д. Максимальный сток рек бассейна Ангары. Новосибирск : Наука, 1987. 132 с.

Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л. : Гидрометеиздат, 1985. Вып. 12. 264 с.; 1986. Вып. 13. 346 с.; 1986. Вып. 14. 282 с.; 1986. Вып. 15. 464 с.

Научно-популярная энциклопедия «Вода России». URL: <https://water-ru.ru/> (дата обращения: 20.06.2020).

Ресурсы поверхностных вод СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1972а. Т. 16. Вып. 2. 586 с.

Экологический атлас Байкальского региона. URL: <http://atlas.isc.irk.ru/> (дата обращения: 02.10.2020).

Korytny L., Kichigina N. Geographical analysis of river floods and their causes in southern East Siberia // Hydrological Sciences – Journal–des Sciences Hydrologiques. 2006. Vol. 51, N 3. P. 450–464.

Genesis of Floods in the Irkutsk Region

E. V. Slepneva, E. A. Parygina

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

N. V. Kichigina

V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The main reasons for the occurrence of floods of different genesis in the river basins of Angara, Nizhnyaya Tunguska, Lena and Lake Baikal within the Irkutsk region are studied. Based on the analysis of the collected materials, the work considered the natural prerequisites for the occurrence of floods in the Irkutsk region, the main ones are: 1) floods resulting from an increase in river runoff during spring or spring-summer snow melting floods and summer rainfall floods; 2) floods caused by the collision of a water flow with an obstacle in the river

bed during ice damming and jamming. The most important parameters in flood hazard analysis are maximum runoff and water levels. The maximum runoff of spring snow melting floods and summer rainfall floods at hydrological posts was analyzed, and an inventory of river sections with ice-dam and ice-jam was carried out. The result of the work was the zoning of the territory of the Irkutsk region according to the genesis of floods. The method of conjugate analysis was used, based on identifying the relationships between individual components of nature (geomorphological structure, climatic conditions and water regime of rivers). The use of the method of conjugate analysis made it possible to identify nine areas (Biryusinsko-Udinskij, Vostochno-Sayanskij, Verkhneangarskij, Sredneangarskij, Leno-Angarskij, Verkhnelenskij, Pribaikalskij, Tunguskij and Vitimo-Patomskij), differing in the water regime of rivers and natural conditions for the river runoff formation. The performed zoning of the Irkutsk region territory has both practical and theoretical significance. The results of this study can be used in educational institutions, in the Ministry of Emergency Situations, as well as in scientific activities, to obtain modern data on the causes and nature of the spread of floods within the Irkutsk region.

Keywords: genesis of floods, river basins, Irkutsk region, summer rain floods, spring snow melting flood, ice dam and jam, natural factors, zoning.

For citation: Slepneva E.V., Parygina E.A., Kichigina N.V. Genesis of Floods in the Irkutsk Region. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2020, vol. 34, pp. 96-112. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.34.96> (in Russian)

References

Avtomatizirovannaya informatsionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodnykh ob'ektov [Automated information system for state monitoring of water bodies]. Available at: <https://gmvo.skniivh.ru> (date of access: 06.09.2020) (in Russian)

Atlas Irkutskoj oblasti: ekologicheskie usloviya razvitiya [Atlas of the Irkutsk Region: Environmental Conditions for Development]. Moscow, Irkutsk, Publ. Ros-cartography, Publ. of SB RAS IG, 2004, 90 p. (in Russian)

Atlas Irkutskoj oblasti [Atlas of the Irkutsk Region]. Moscow, Irkutsk, Publ. GUGK, 1962. 182 p. (in Russian)

Atlas "Irkutsk i Irkutskaya oblast" [Atlas "Irkutsk and Irkutsk Region"]. Irkutsk, VostSib AGP Publ., 2016, 48 p. (in Russian)

Buzin V.A., Zinov'ev A.T. *Ledovye protsessy i yavleniya na rekakh i vodokhranilishchakh. Metody matematicheskogo modelirovaniya i opyt ikh realizatsii dlya prakticheskikh tselei (obzor sovremennogo sostoyaniya problemy)* [Ice processes and phenomena on rivers and reservoirs. Methods of mathematical modeling and experience of their implementation for practical purposes (review of the current state of the problem)]. Barnaul, 5 plus Publ., 2009, 168 p. (in Russian)

Geograficheskie zakonomernosti gidrologicheskikh protsessov yuga Vostochnoj Sibiri [Geographic patterns of hydrological processes in the south of Eastern Siberia]. Irkutsk, Publ. of SB RAS IG, 2003, 208 p. (in Russian)

Irkutskoe upravlenie po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy [Irkutsk Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring]. Available at: <http://www.meteorf.ru/> (date of access: 27.05.2020) (in Russian)

Katalog zatornykh i zashornykh uchastkov rek SSSR: Tom II Aziatskaya chast' SSSR [Catalog of congestion and ice-jam areas of rivers of the USSR: Volume II Asian part of the USSR]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1976, 288 p. (in Russian)

Kichigina N.V. *Opasnost' navodnenij na rekakh Baikalskogo regiona* [Flood hazard on the rivers of the Baikal region]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources]. 2018, no. 2, pp. 41-51. (in Russian)

Leksakova V.D. *Maksimal'nyj stok rek basseina Angary* [Maximal flow of rivers in the Angara basin]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1987, 132 p. (in Russian)

Mnogoletnie dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushy [Long-term data on the regime and resources of land surface waters]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1985, iss. 12, 264 p.; 1986, iss. 13, 346 p.; 1986, iss. 14, 282 p.; 1986, iss. 15, 464 p. (in Russian)

Nauchno-populyarnaya entsiklopediya "Voda Rossii" [Popular science encyclopedia "Water of Russia"]. Available at: <https://water-rf.ru/> (date of access: 20.06.2020) (in Russian)

Resursy poverkhnostnykh vod SSSR [Surface water resources of the USSR]. Saint Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1972, 586 p. (in Russian)

Ekologicheskij atlas Baikalskogo regiona [Ecological atlas of the Baikal region]. Available at: <http://atlas.isc.irk.ru/> (date of access: 02.10.2020) (in Russian)

Korytny L., Kichigina N. Geographical analysis of river floods and their causes in southern East Siberia. *Hydrological Sciences – Journal–des Sciences Hydrologiques*, 2006, vol. 51, no. 3, pp. 450-464.

Слепнева Елена Валерьевна

кандидат географических наук, доцент,
кафедра географии, картографии
и геосистемных технологий
Иркутский государственный университет
664003, Россия, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: physgeo@geogr.isu.ru

Slepneva Elena Valeryevna

Candidate of Sciences (Geography),
Associate Professor, Department
of Geography, Cartography and
Geosystem Technology
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: physgeo@geogr.isu.ru

Парыгина Елизавета Александровна

студент, географический факультет
Иркутский государственный университет
664003, Россия, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: lizavetaparygina@yandex.ru

Parygina Elizaveta Aleksandrovna

Student, Faculty of Geography
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: lizavetaparygina@yandex.ru

Кичигина Наталья Витальевна

кандидат географических наук,
старший научный сотрудник,
лаборатория гидрологии и климатологии
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, Россия, г. Иркутск,
ул. Улан-Баторская, 1
e-mail: nkichigina@mail.ru

Kichigina Natalia Vitalievna

Candidate of Sciences (Geography), Senior
Researcher, Laboratory of Hydrology and
Climatology
V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaya st., Irkutsk, 664033
Russian Federation
e-mail: nkichigina@mail.ru

Код научной специальности: 25.00.23

Дата поступления: 03.11.2020