



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему **Гидрологические особенности
рек вулканических областей**

Исполнитель **Костылев Илья Викторович**
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель **Доктор географических наук, профессор**
(ученая степень, ученое звание)

Александра Александровна Соколова
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«02» июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

Введение.....	3
Физико-географическая характеристика полуострова Камчатка.....	4
История исследования камчатских рек и их гидрологическая изученность.....	6
Глава 1. Речная сеть полуострове камчатка.....	9
1.1 Строение речной сети.....	9
1.2 Гидрологическая изученность рек.....	14
Глава 2. Гидрологические особенности присущие региону Камчатка.....	17
2.1. Вулканизм.....	17
2.2 Сели.....	23
2.3. Нерестовая деятельность.....	25
2.4. Древесные Заломы.....	30
2.5. Хозяйственная деятельность.....	33
Вывод.....	37
Список литературы.....	39

Введение

Камчатка представляет собой уникальный природный лабораторный комплекс, где интенсивная вулканическая деятельность определяет особые гидрологические условия. Гидрологические системы полуострова формируются под воздействием сложного сочетания факторов: активного современного вулканизма, горного рельефа, муссонного климата и близости океанических акваторий. Изучение этих систем имеет важное научное и практическое значение, так как позволяет понять механизмы взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов в формировании водных ресурсов.

Актуальность

Актуальность исследования обусловлена уникальным сочетанием природных факторов, формирующих гидрологический режим Камчатки, и их высокой значимостью для науки и практики. В условиях глобальных климатических изменений и усиления антропогенного воздействия изучение гидрологических систем вулканических регионов приобретает особую важность по следующим причинам:

1. Научная значимость: Камчатка представляет собой природную лабораторию для изучения взаимодействия гидросферы и вулканических процессов. Здесь ярко выражены уникальные гидрологические явления, связанные с вулканической деятельностью.

2. Экологическая ценность: Водные объекты полуострова являются средой обитания для ценных видов рыб, включая тихоокеанских лососей, и поддерживают биоразнообразие региона.

3. Экономический потенциал: Гидротермальные ресурсы Камчатки имеют перспективы для развития геотермальной энергетики и рекреационного использования.

4. Природные риски: Вулканическая активность создает потенциальные угрозы для водных ресурсов, что требует их тщательного изучения и мониторинга.

Целью исследования является комплексный анализ гидрологических особенностей Камчатки как типичного вулканического региона. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

1. Исследовать влияние вулканизма и тектоники на формирование гидрографической сети
2. Проанализировать особенности водного режима рек и озер вулканического происхождения
3. Изучить специфику подземных и термальных вод
4. Оценить экологическое состояние водных объектов и антропогенное воздействие на них

Объектом исследования выступают гидрологические системы Камчатки, предметом - их специфические черты, обусловленные вулканической деятельностью. Теоретической основой работы послужили труды отечественных исследователей (Виноградов, 1977; Федотов, 1984; Чалов 2008), а также современные работы по гидрологии и вулканологии.

Физико-географическая характеристика полуострова Камчатка

Камчатка, расположенная на северо-востоке Азии, представляет собой уникальный регион с чрезвычайно разнообразными природными условиями, где особое место занимает её гидрологическая система. Полуостров омывается Охотским морем на западе и Беринговым морем вместе с Тихим океаном на востоке, что оказывает значительное влияние на формирование климата и гидрологического режима. Гидрографическая сеть Камчатки отличается высокой густотой и своеобразием, что связано с сочетанием горного рельефа, активной вулканической деятельности, муссонного климата и наличием многолетней мерзлоты в северных районах.

Основу гидрологической системы составляют многочисленные реки, которые, несмотря на относительно небольшую протяжённость (преимущественно 100–300 км), отличаются значительной водоносностью и

быстрым течением. Это обусловлено обильными осадками, таянием снегов в горах и подземными водами, включая термальные источники. Крупнейшей рекой полуострова является Камчатка (длина 758 км), берущая начало в Срединном хребте и впадающая в Камчатский залив Тихого океана. Её бассейн занимает центральную часть полуострова, а водный режим характеризуется весенне-летним половодьем с пиком в июне–июле за счёт таяния снегов и дождевых паводков в августе–сентябре. Другие значительные реки – Авача, Большая, Пенжина (имеющая один из самых высоких приливов в России) и Озерная, известная своим нерестовым значением для тихоокеанских лососей.

Особенностью камчатских рек является их тесная связь с вулканической деятельностью. Некоторые из них (например, в районе Ключевской группы вулканов) имеют повышенную минерализацию и термальные составляющие, а их русла часто перекрываются лавовыми потоками, что приводит к образованию временных подпрудных озёр. Кроме того, реки Камчатки играют ключевую роль в нересте лососёвых рыб – здесь находятся крупнейшие в мире естественные нерестилища горбуши, нерки, кеты и чавычи, что определяет высокую экологическую и экономическую ценность этих водных артерий.

Озёр на Камчатке сравнительно немного, но они разнообразны по происхождению. Наиболее крупное – озеро Нерпичье (площадь 552 км²), расположенное на восточном побережье и соединённое протокой с Беринговым морем, что делает его воды солоноватыми. Другие значительные озёра – Кроноцкое (в кальдере вулкана), Курильское (известное своими нерестовыми ручьями) и Дальнее (термокарстового происхождения на севере полуострова). В горных районах распространены небольшие каровые и лавово-подпрудные озёра, а в районах активного вулканизма встречаются кислотные кратерные водоёмы (например, вулкан Малый Семячик).

Отдельного внимания заслуживают подземные воды Камчатки, включая многочисленные термальные и минеральные источники. Крупнейшие гидротермальные системы сосредоточены в районах вулканов Мутновский,

Паужетка и Долины гейзеров, где на поверхность выходят перегретые воды и паровые струи, формирующие уникальные экосистемы. Эти источники имеют не только научное значение, но и используются в энергетике (Мутновская ГеоЭС) и рекреации (Паратунские горячие источники).

Таким образом, гидрологическая система Камчатки отличается сложностью и высокой динамичностью, находясь под постоянным влиянием вулканических, климатических и океанических факторов. Сочетание быстрых рек, термальных источников и уникальных озёр делает этот регион одним из самых интересных объектов для гидрологических и экологических исследований. Вместе с тем хрупкость этих экосистем требует особого внимания к вопросам их охраны, особенно в условиях роста антропогенной нагрузки и климатических изменений.

История исследования камчатских рек и их гидрологическая изученность

Первые сведения о реках Камчатки относятся к середине XVII века, когда началось освоение полуострова, тесно связанное с речными путями. Их первые изображения появились на «Чертеже Сибирской Земли» Петра Годунова (1667 г.). Река Камчатка (названная ительменами Уйкоаль) была впервые исследована служилым человеком Иваном Камчатным, прошедшим от реки Лесной на западном побережье до реки Караги на восточном. В 1662–1663 гг. казачий десятник Иван Рубец достиг верховьев Камчатки, а решающий вклад в изучение рек полуострова внес Владимир Атласов. В ходе экспедиций 1696–1697 гг. он продвинулся далеко на юг, описав крупнейшие реки — Тигиль, Ичу, Хайрюзову и Палану, а также основал Верхнекамчатский острог.

В начале XVIII века на Камчатку отправилась серия экспедиций, достигших реки Авачи и Авачинской губы, где позже возник Петропавловск-Камчатский. Значительный прорыв в исследованиях связан с Первой Камчатской экспедицией Витуса Беринга (1726–1728 гг.), в ходе которой

были изучены западное и восточное побережья, а также устья рек Большой и Камчатки. Однако эти экспедиции носили преимущественно общегеографический характер, а гидрологические данные были обобщенными.

Первое научное описание рек Камчатки принадлежит С. П. Крашенинникову, исследовавшему в 1738–1741 гг. почти все крупные водные артерии полуострова. Его труд «Описание земли Камчатки» содержит детальные гидрографические данные, картографические планы и гидрологические наблюдения, остающиеся ценным источником для изучения изменений рек.

В 1909 г. Управление внутренних водных путей организовало рекогносцировочные исследования, носившие описательный характер (например, отчет П. П. Крынина).

Систематические научные исследования начались лишь в советский период. Были запущены гидрологические изыскания, публиковались работы в «Вопросах географии Камчатки» и сборниках Петропавловской гидрометеорологической обсерватории. Значительный вклад внесли М. Г. Васьковский и Ю. А. Евдотьев, изучавшие водный режим рек.

Некоторые исследования проводились на стыке гидрологии и геоморфологии, включая изучение селевых потоков (Ю. Б. Виноградов), вулканических «сухих» рек (Т. С. Краевая), эволюции речных долин (С. Е. Апрельков, И. В. Мелекесцев и др.) и морфологии устьев (В. П. Зенкович, Р. Б. Мамаева).

Долгое время русловые процессы оставались малоизученными. В середине XX века Сибгипроречтранс провел инженерные изыскания на судоходной реке Камчатке, а в 1988 г. была издана лоцманская карта ее нижнего течения. Лишь в 2003–2007 гг. состоялись первые комплексные русловые исследования в рамках совместных экспедиций МГУ и ВНИРО.

Глава 1. Речная сеть полуострове камчатка

1.1 Строение речной сети

Речная сеть Камчатского края отличается исключительной развитостью и густотой. На территории региона насчитывается свыше 140 тысяч водотоков различного порядка, при этом подавляющее большинство (около 95%) составляют малые реки протяженностью менее 10 километров. Совокупная длина всех речных артерий превышает 350 тысяч километров.

Показатель густоты речной сети достигает в среднем 0,76 км/км², что существенно превышает аналогичные параметры для других лесных регионов России (0,4-0,6 км/км²) по данным Нежиховского (1971). Эта особенность обусловлена сочетанием факторов: обильного увлажнения, геологического строения и рельефа полуострова.

Главной водной артерией региона является река Камчатка протяженностью 758 км. К числу других значительных водотоков (длиной от 120 до 400 км) относятся: Тигиль; Хайрюзова; Вывенка; Большая (Быстрая); Ича; Воямполка; Авача (табл. 1.1, рис. 1.1).

Такая развитая гидрографическая сеть формирует уникальные водные экосистемы и играет важную роль в формировании природного комплекса Камчатки, определяя его ландшафтное и биологическое разнообразие.

Река	Куда впадает	Длина , км	Площадь бассейна, км ²	Порядок по Шайдеггеру в устье "
Камчатка	Тихий океан	758	55 900	13,6
Тигиль	Охотское море	300	17 800	12,2
Вывенка	Берингово море	395	13 000	12,8
Хайрюзова	Охотское море	265	11 600	11,7
Большая (Быстрая)	Охотское море	275	10 800	12,0
Воямполка	Охотское море	167	7 950	10,9

Жупанова	Тихий океан	242	6 980	11,7
Мор отечная	Охотское море	270	5 450	9,96
Авача	Тихий океан	122	5 090	10,9
Ича	Охотское море	233	4 530	9,73
Большая Воровская	Охотское море	167	3 660	9,94

Таблица 1.1. Крупнейшие реки полуострова Камчатки

Камчатский край обладает уникальной гидрографической сетью, относящейся к бассейнам трех крупных водных объектов: Тихого океана, Охотского и Берингова морей. Основными водораздельными структурами региона выступают Срединный хребет, разделяющий бассейны реки Камчатки и водотоков Охотского моря, Ветвейский хребет в северной материковой части (рис 1.2), а также система Восточного хребта, включающая Ганальский, Валагинский, Тумрок и Кумроч. Эти орографические элементы определяют основные направления стока поверхностных вод.

Характерной особенностью камчатских рек является их относительно небольшая протяженность - большинство водотоков не превышает 100-150 км в длину, что объясняется близостью основных водоразделов к морским побережьям. Крупнейшие речные системы - Камчатка (758 км) и Большая (Быстрая) - формируются в Центрально-Камчатской депрессии, ограниченной с запада Срединным, а с востока - Восточным хребтами. Особенностью региона является преобладающее широтное направление течения большинства рек, которые, пересекая горные хребты, впадают либо в Охотское море на западе, либо в Тихий океан и Берингово море на востоке.

Пространственное распределение речной сети отличается значительной неравномерностью. Наибольшая густота речной сети (0,8-1,0 км/км²) наблюдается в северных районах края, где широко распространены многолетнемерзлые породы. В полуостровной части отмечается четкая закономерность увеличения густоты речной сети в южном направлении - от 0,5 км/км² на севере до 0,8-1,0 км/км² на южных участках как западного, так и восточного побережий. Минимальные значения густоты (0,3-0,4 км/км²)

характерны для центральных районов с развитыми пористыми вулканогенными породами, где местами наблюдается полное отсутствие постоянной речной сети.

Особый интерес представляет гидрологический режим камчатских рек, формирующийся под влиянием специфических природных условий региона. Преобладание коротких водотоков с относительно крутыми уклонами русла определяет высокую скорость течения и интенсивный водообмен. При этом значительная часть рек имеет смешанное питание с преобладанием снегового и дождевого компонентов, что в сочетании с особенностями рельефа создает условия для формирования паводкового режима с резкими колебаниями расходов воды.

Следует отметить, что гидрографическая сеть Камчатки продолжает активно формироваться под влиянием современных геологических процессов, включая вулканическую деятельность и неотектонические движения. Это проявляется в изменении русел рек, образовании новых водотоков и временных водоемов, а также в трансформации гидрологического режима под воздействием извержений и связанных с ними явлений. Все это делает камчатскую речную сеть уникальным природным объектом, требующим особого внимания со стороны исследователей.

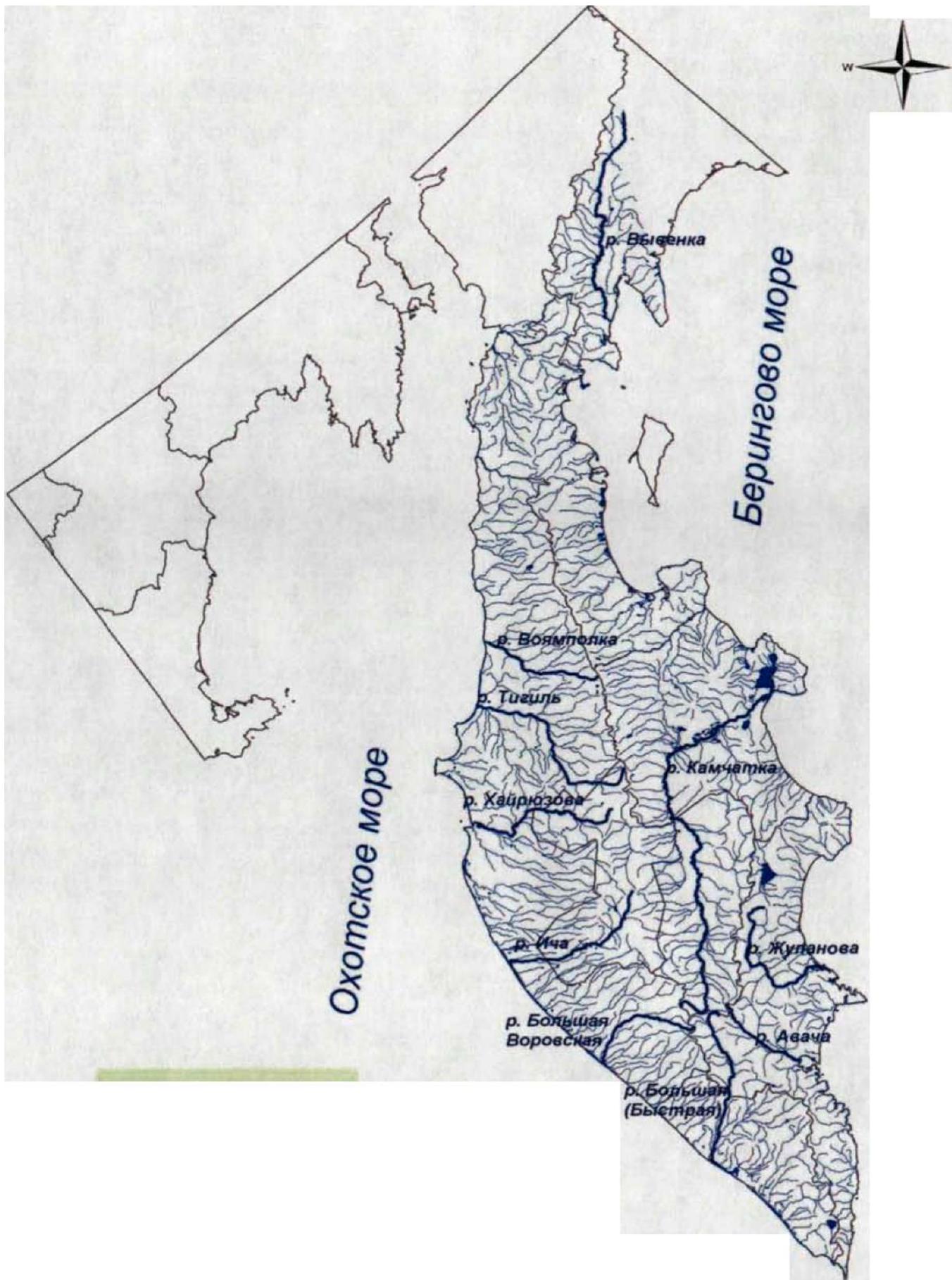
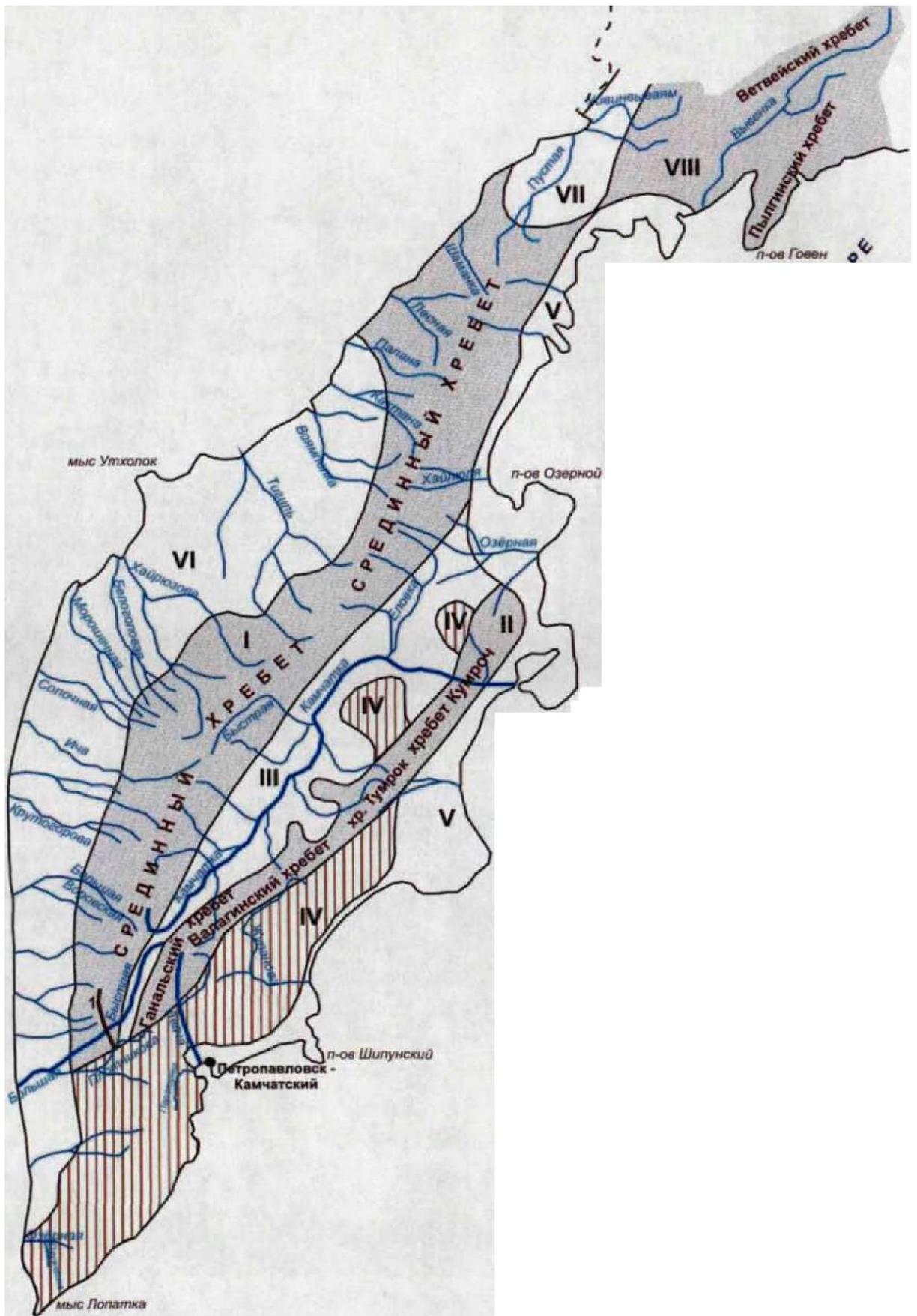


Рис. 1.1. Строение речной сети полуострова Камчатка



- Орографические районы:
- I - Срединный хребет
 - II - Восточный хребет
 - III - Центрально-Камчатская равнина
 - IV - Восточный вулканический район
 - V - Восточный приморский район
 - VI - Западно-Камчатская равнина
 - VII - Парапольский дол
 - VIII - Корякское нагорье

Рис 1.2. Орогидрографическая схема Камчатского полуострова

В соответствие с геоморфологическим строением полуострова реки Камчатки разделяются на три крупные группы, обобщающие разные условия формирования речных русел. Это реки горных, равнинных и вулканических территорий. Горным районам соответствуют реки с горным типом русловых процессов, малым стоком наносов, преимущественно врезанными в скальные породы руслами. В пределах равнинных территорий реки характеризуется полу горным или равнинным типом русловых процессов, свободными условиями формирования русел. Наконец, отдельную группу формируют реки, стекающие с вулканов и формирующие русло в лахаровых долинах, в комплексе вулканогенных отложений. Специфический водный и русловой режим этих водотоков определяет их выделение в особую группу; далее в тексте они именуется вулканическими реками. Каждая из трех выделенных групп рек соответствует определенным геоморфологическим районам полуострова.

1.2 Гидрологическая изученность рек

Реки Камчатки остаются недостаточно изученными по сравнению с другими регионами России. Существующая сеть гидрологических постов крайне неравномерна и не охватывает всего разнообразия природных условий региона. Особенно слабо представлены данные по горным и вулканическим районам, где гидрологические наблюдения практически отсутствуют. Всего на территории Камчатского края в разное время работало около 200 гидрологических постов, однако большинство из них функционировало ограниченный период - от нескольких лет до 10-25 лет. Лишь 38 постов имеют данные наблюдений продолжительностью более 30 лет (рис 1.3.), причем они сосредоточены преимущественно на крупных реках равнинных территорий. Горные и вулканические реки практически не охвачены мониторингом. Особенно плохо изучены реки северных районов - в бассейне реки Вывенки за весь период наблюдений существовал лишь один гидрологический пост на реке Тылговаям (село Хаилино), который работал 28 лет и был закрыт в 1994 году.

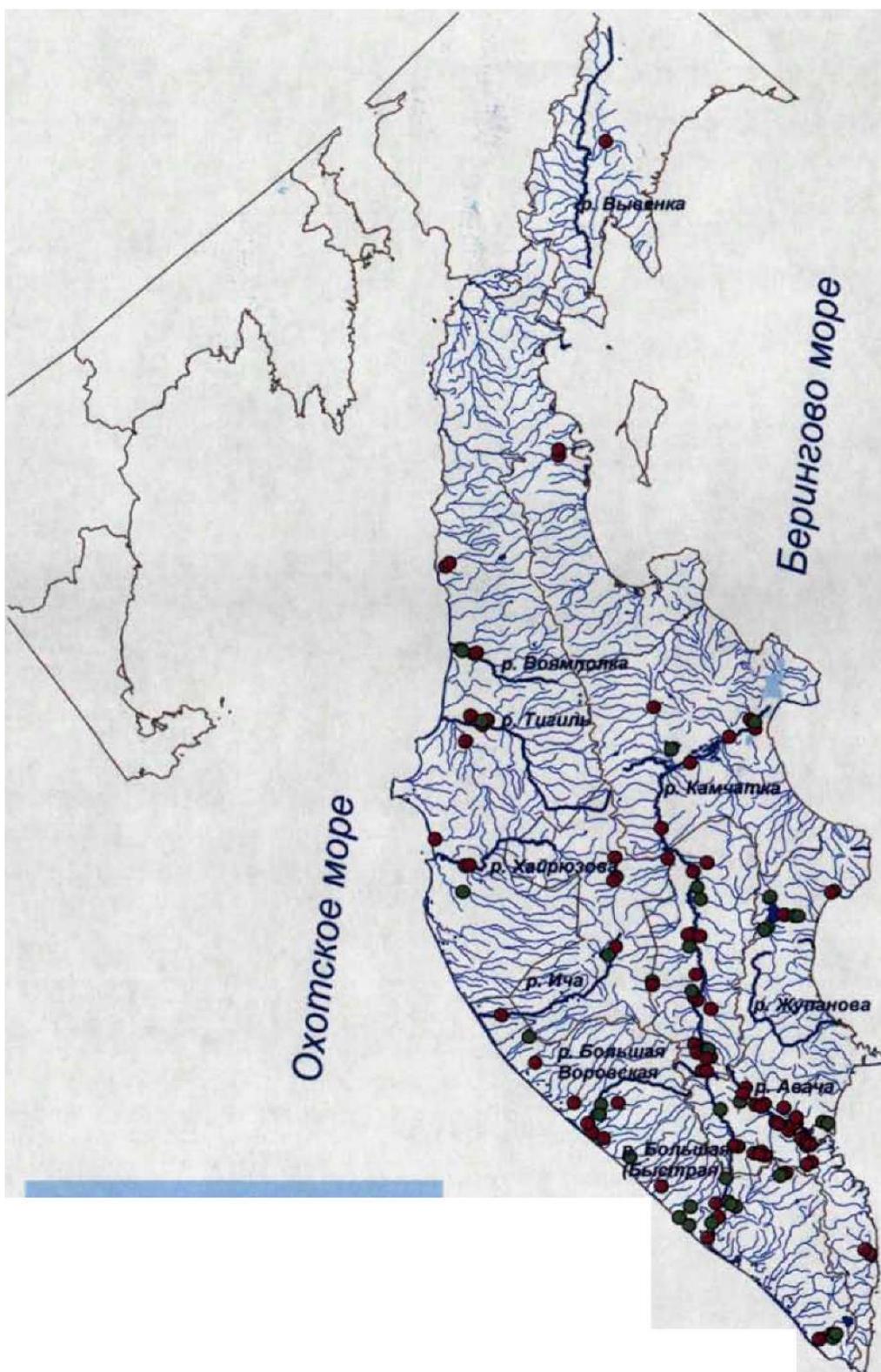


Рис. 1.3. Гидрологическая изученность рек Камчатки

Программа гидрологических наблюдений на Камчатке отличается крайней неоднородностью. Полный комплекс исследований (сток воды, наносов и растворенных веществ, термический и ледовый режим)

осуществляется только на крупнейших реках. В труднодоступных горных и вулканических районах объем наблюдений существенно сокращен. Продолжительность работы постов варьируется от 38 лет до нескольких лет, причем большинство из них сосредоточено в равнинных и предгорных районах.

Данные о гранулометрическом составе русловых отложений имеются лишь для 32 постов, из которых только 11 расположены на горных реках. Слабая развитость сети гидрологических наблюдений и дефицит данных создают значительные трудности в изучении русловых процессов Камчатки. В этой связи даже единичные замеры стока воды и наносов, выполненные автором в ходе экспедиций МГУ и ВНИРО (включая горные и вулканические районы), представляют особую научную ценность и позволяют частично восполнить существующие пробелы.

Глава 2. Гидрологические особенности присущие региону Камчатка

2.1. Вулканизм

Помимо основных факторов, влияющих на русловые процессы, на Камчатке выделяется ряд особенностей, среди которых ключевую роль играет вулканическая деятельность. Как отмечалось в разделе 1.1, в районах активного вулканизма формируются особые водотоки — вулканические реки.

Современная вулканическая активность наблюдается более чем на 20 вулканах, преимущественно сосредоточенных в юго-восточной и восточной частях полуострова. Эти территории относятся к Восточному вулканическому району, выделяемому по геоморфологическим признакам. Наиболее значимыми и исследованными зонами современного вулканизма являются Ключевская и Авачинская группы вулканов.

Ключевская группа расположена в северной части района, на правом берегу реки Камчатки, а Авачинская группа находится в центральной части, к северу от Петропавловска-Камчатского.

Характерной особенностью молодых вулканических областей Камчатки является преобладание четвертичных отложений вулканического и невулканического происхождения, включая современные, формирующиеся в ходе извержений. Более древние вулканогенные породы встречаются преимущественно на периферии вулканических групп. Такая структура обусловлена связью этих районов с зонами новейших тектонических опусканий и интенсивным накоплением вулканического материала.

Для молодых вулканических районов Камчатки характерно четкое ярусное строение рельефа, включающее два основных уровня: верхний ярус образуют вулканические конусы, а нижний представлен аккумулятивными равнинами подножий. Наиболее молодые вулканы сохраняют первичный вулканический рельеф, тогда как более древние подверглись значительной эрозии и воздействию ледниковых процессов.

Основную площадь вулканических районов занимают подножия, сложенные разнообразными аккумулятивными равнинами — ледниковыми,

флювиогляциальными и вулканогенными, включая обширные лавовые покровы. Важную роль в формировании рельефа играет деятельность временных водотоков, создающих крупные конусы выноса. Особый тип отложений – вулканогенно-пролювиальные – образуется у подножий действующих вулканов и сочетает признаки водного переноса и вулканического происхождения материала.

Для восточного вулканического района характерно широкое распространение пористых пирогенных пород. Современные извержения поставляют огромные объемы андезитового пирокластического материала, который распространяется далеко за пределы вулканических центров, формируя обширные покровы. Эти особенности существенно влияют на формирование и динамику речных систем в регионе.

В условиях интенсивного поступления вулканогенного материала формируются особые водотоки - вулканические реки, характеризующиеся специфическим гидрологическим режимом. Эти реки отличаются резко неравномерным стоком с выраженными сезонными и суточными колебаниями, экстремально высокой мутностью воды и интенсивным транспортом наносов. Их русла обладают повышенной динамичностью, склонны к блужданию, при этом преобладают прямолинейные формы с осередковой разветвленностью.

Огромные массы пирокластического материала, поступающие в верхнем и среднем течении, аккумулируются в зоне резкого выполаживания продольного профиля у подножий вулканов. Здесь, на протяжении всего 3-5 км, уклон реки уменьшается в 3-4 раза (с 60-70‰ до 15-20‰), что приводит к формированию плоских веерообразных конусов выноса и наклонных пролювиальных шлейфов. В результате столь резкого снижения энергии потока реки теряют способность транспортировать наносы, растекаются по собственному конусу выноса и часто полностью поглощаются рыхлыми отложениями, образуя уникальные аккумулятивные структуры, нехарактерные для рек в невулканических регионах.



Рис. 2.1. Вулканическая река Сухая Хапица - прямолинейное русло с осередковыми разветвлениями

Развитие блуждающих русел в вулканических районах связано не только с особенностями рельефа, но и со спецификой водного режима. Главную роль играют два процесса: интенсивная фильтрация воды в рыхлые вулканические отложения и нерегулярное питание рек.

Из-за высокой пористости горных пород значительная часть воды уходит в грунт, а временный характер питания (преимущественно за счет дождей и таяния снега) приводит к резким колебаниям стока. В засушливые периоды это вызывает полное пересыхание русел (рис. 2.2.) В результате русла таких рек часто меняют свое положение, образуя широкие галечниковые долины с временными протоками.

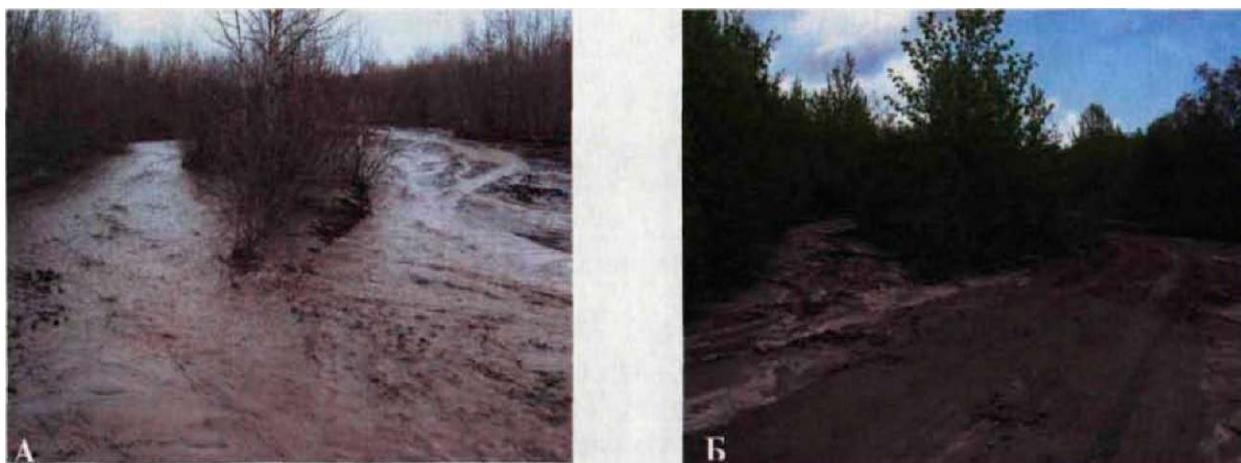


Рис. 2.2. Сезонная изменчивость стока воды вулканических рек (р. Сухая Авачинская): А - 19 мая 2007 г., Б - 12 июня 2007 г.

В районах активного вулканизма Камчатки формируются уникальные временные водотоки, чей сток характеризуется выраженной суточной динамикой. В утренние часы наблюдается минимальный расход воды, причем на высотах около 1000 метров водотоки часто полностью исчезают, фильтруясь в толщу рыхлых отложений. Во второй половине дня, особенно в жаркую погоду, интенсивное таяние снежников и ледников на склонах вулканов приводит к образованию бурных потоков, транспортирующих значительное количество взвешенных наносов и способных перемещать гальку и валуны. Пик паводка приходится на полночь, после чего к утру расходы воды резко снижаются, а у подножий вулканов водотоки часто полностью пересыхают.

Эти особенности обуславливают отсутствие постоянной речной сети в районах современного вулканизма. Большинство временных водотоков относятся к категории малых рек (длиной менее 6 км) и лишь наиболее крупные из них впадают в реки с постоянным стоком, чьи водосборы частично расположены за пределами вулканических районов. Мелкие временные водотоки не имеют выраженных устьев, полностью теряясь в собственных отложениях.

Значительные объемы пирокластического материала определяют высокую мутность воды - в среднем более 100 г/м^3 , достигающую 700 г/м^3 у рек, стекающих со склонов действующих вулканов (против менее 50 г/м^3 у рек невулканических районов). Наблюдается четкий суточный ход мутности с максимумом во второй половине дня (что подтверждается исследованиями на реке Фальшивой у Мутновского вулкана) и минимумом утром, коррелирующий с интенсивностью таяния снега и льда (рис. 2.3).

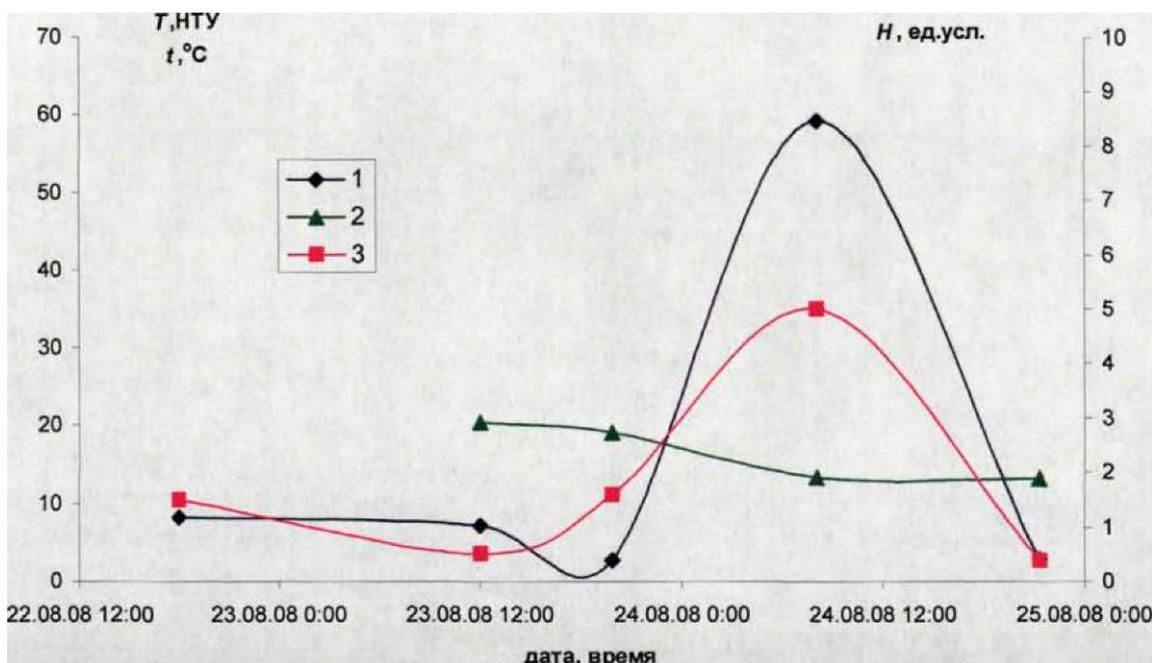


Рис. 2.3. Совмещенный график хода мутности (1), температуры (2) и уровня воды (3) в р. Фальшивой

Уникальные физические свойства вулканических пород - их высокая пористость и малый удельный вес - в сочетании с крутыми уклонами речных русел создают условия для исключительно интенсивного транспорта наносов. Ярким примером служит река Сухая Авачинская, где даже при небольшом расходе воды $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ поток способен переносить во взвешенном состоянии частицы размером до 5 см (средняя галька), а в донной нагрузке присутствуют обломки крупной гальки и валунов.

Характерной особенностью пирокластического материала является его быстрое разрушение при транспортировке. Это приводит к тому, что средний размер руслообразующих наносов в вулканических реках (например, 2,19 см для реки 1-ой Мутной) существенно меньше, чем в сопоставимых водотоках невулканических районов (3-4 см).

Отложения этих рек демонстрируют четкую пространственную дифференциацию по гранулометрическому составу:

- В привершинной зоне конусов выноса преобладают грубообломочные валунодержущие отложения

- В средней части конусов доминируют гравийно-песчаные отложения с примесью мелкой гальки
- На периферии накапливаются более тонкие алеврито-песчаные фракции

Текстура отложений отличается сложной субпараллельно-линзовидной слоистостью, формирующейся под влиянием: 1) Суточных колебаний расхода воды; 2) Эпизодических селевых паводков (лахаров); 3) Постоянной миграции русел.

Это приводит к чередованию слоев различной гранулометрии и образованию линз несортированных лахаровых отложений среди более слоистых речных наносов. Отложения «сухих» рек в верхнем и среднем течении имеют следующие особенности: вещественный состав преимущественно представлен галечно-гравийно-песчаной смесью с редкими валунами размером 1,5–2 м. Вдоль русел иногда встречаются аккумулятивные террасы, сложенные валунником с заполнителем из гальки и гравия. Окатанность обломков варьируется: преобладает плохая, реже встречается средняя, а хорошая является исключением. Слоистость аллювия в таких реках отличается своеобразием и больше напоминает отложения временных водотоков, чем рек с постоянным стоком.

Продольные профили вулканических рек имеют четко выраженное трёхчастное строение. Верхний и средний участки расположены на склонах вулканических сооружений, тогда как нижний простирается в области их подножий. Верхняя зона отличается максимальными уклонами при относительно слабом врезе русла. Средний отрезок профиля характеризуется наибольшей глубиной вреза и крутизной, где часты резкие перегибы русла, обусловленные особенностями вулканического строения: чередованием устойчивых к эрозии лавовых монолитов и легко размываемых рыхлых вулканогенных отложений. Такая литологическая неоднородность приводит к формированию ступенчатых форм рельефа и водопадов.

Нижняя часть продольного профиля представляет собой плавную слабоогнутую кривую с постепенным уменьшением уклона. В этом секторе преобладают процессы аккумуляции, результатом которых становится образование пологих вулканогенно-пролювиальных шлейфов.

Гидродинамические особенности этих водотоков определяются резкой неравномерностью стока и исключительно высокой транспортирующей способностью потоков. Значительные объёмы перемещаемых наносов способствуют формированию разветвлённых русловых систем с осередками, а выраженные сезонные и суточные колебания водности обуславливают их повышенную динамичность. Наибольшая эрозионно-аккумулятивная активность наблюдается в период снеготаяния, когда происходит восстановление постоянного стока.

2.2 Сели

На Камчатке селевые процессы представляют особую опасность в районах активного вулканизма, где сочетание обильных рыхлых пирокластических отложений и специфического строения речных долин создаёт условия для катастрофических преобразований рельефа. Полуостров демонстрирует чёткую зональность селевой опасности: наиболее активные процессы отмечаются в восточных и юго-восточных районах с современной вулканической деятельностью, где сели формируются преимущественно за счёт быстрого таяния снежно-ледовых масс во время извержений. Эти мощные потоки, насыщенные вулканическим пеплом, шлаками и крупными обломками лавы, способны полностью трансформировать русла рек и склоновую морфологию.

В районах потухших вулканов и на сильно расчленённых участках Срединного и Восточного хребтов наблюдается средний уровень селевой опасности, тогда как низкогорные и среднегорные территории характеризуются значительно меньшей активностью этих процессов. Наименее подвержены селевой деятельности приморские равнины, межгорные котловины и предгорные области, где стабильность ландшафтов обеспечивается сочетанием океанического климата, преобладанием

устойчивых магматических пород и развитием сплошного растительного покрова.

Характерно, что в активных вулканических районах, несмотря на обилие рыхлого материала, дождевые сели практически не образуются из-за особенностей гидрологического режима - преобладания морозящих осадков и высокой водопроницаемости пирокластических толщ. Основным механизмом селеобразования здесь остаётся быстрое таяние снежников и ледников во время извержений, когда формируются насыщенные вулканическим материалом потоки, способные перемещать глыбы лавы размером в несколько метров и радикально изменять рельеф склонов и русловых систем.

Реки селеопасных районов подразделяются на два основных типа. К первому относятся собственно селевые реки (например, ручей Водопадный в Долине гейзеров), русла которых служат непосредственными путями для селевых потоков. Для них характерны кардинальные переформирования русла, полное заполнение селевым материалом и даже полное изменение положения русла с образованием новых русел. Второй тип представлен реками, подверженными косвенному влиянию селей (как река Шумная), которые сами не принимают селевые потоки, но имеют селеопасные притоки. В таких реках формируются конусы выноса, отклоняется основное течение, образуются новые рукава и характерные ступени в продольном профиле.

Крупнейшие селевые события на Камчатке зафиксированы на склонах вулканов Ключевской и Авачинской групп, а также в районе вулкана Шивелуч. Особенно катастрофическим оказался сель 1956 года, связанный с извержением вулкана Безымянный. В результате направленного взрыва и пирокластического потока произошло расплавление снежного покрова мощностью 1-2 м, образование мощных лахаров и транспортировка огромных масс материала, включая глыбы более 2 метров. Селевой поток преодолел около 90 км до реки Камчатки, при этом ширина отдельных его ветвей достигала 2 км, а мощность отложений в русле реки Сухой Хапицы составила до 20 метров.

Еще одно значительное событие произошло 3 июня 2007 года в Долине гейзеров, когда оползневой сход в долину ручья Водопадного привел к мгновенному заполнению каньона обломочным материалом. (рис. 3.4) Селевой поток прошел по руслу ручья Водопадного, реки Гейзерной и достиг реки Шумной, кардинально изменив рельеф долины за считанные секунды. Эти события наглядно демонстрируют колоссальную преобразующую роль селевых процессов в формировании речных долин и склонов вулканических районов Камчатки.



Рис. 2.4. Селевая масса, заполнившая долину ручья Водопадного

2.3. Нерестовая деятельность

Реки Камчатки, являясь ключевым звеном в воспроизводстве тихоокеанских лососей (род *Oncorhynchus*), демонстрируют уникальный пример влияния биологических факторов на русловые процессы. Массовые нерестовые миграции лососей оказывают комплексное воздействие на морфологию речных русел через три основных механизма.

Во-первых, синхронный заход миллионов особей (до 25 млн горбуши в реке Большой за 2-3 недели) создает мощное механическое воздействие на донные отложения, особенно на мелководьях, где размеры рыб сопоставимы с глубиной потока. Это приводит к интенсивному взмучиванию грунтов и локальным размывам берегов.

Во-вторых, нерестовая деятельность, включающая строительство гнезд в галечных грунтах, вызывает перераспределение наносов и изменение морфометрии перекатов. Процесс закапывания икры сопровождается значительным перемещением донного материала.

В-третьих, массовая гибель производителей после нереста изменяет химический состав воды и создает локальные скопления органики, влияя на эрозионные процессы.

Зафиксированы случаи, когда проход нерестовых косяков вызывал существенные переформирования русел, включая размывы дна и берегов. Этот уникальный биогеоморфологический феномен подчеркивает важную роль ихтиофауны в формировании речных систем Камчатки, где экологические и геоморфологические процессы тесно взаимосвязаны.



Рис.2.5. Массовый заход лососей на нерест в реки Камчатки

Нерестовая деятельность тихоокеанских лососей на реках Камчатки представляет собой уникальный биоморфодинамический процесс, существенно влияющий на переформирование русловых отложений.

Особенности нереста, при котором рыбы закапывают икру в галечный аллювий, создавая характерные нерестовые бугры, приводят к масштабной переработке донных наносов. Этот процесс имеет четкую селективность - лососи активно очищают субстрат от илистых частиц, переводя их во взвешенное состояние, так как мелкодисперсные фракции негативно влияют на развитие икры.

Интенсивность воздействия поражает своими масштабами: при строительстве одного нерестового бугра рыбы перерабатывают до 0.5 м³ аллювия, разрушая при этом естественную отмостку и изменяя гранулометрический состав отложений. Пространственное распределение этих процессов крайне неравномерно - максимальная плотность нереста достигает 0.8 особи/м² на участках пойменной и русловой разветвленности полугорных рек. Наибольшая трансформация дна (до 80% площади акватории) наблюдается в зонах осередковой многорукавности, где создаются оптимальные условия для нереста.

Таким образом, лососи выступают в роли мощных биогенных агентов русловых процессов, формируя специфический морфологический облик нерестовых рек Камчатки. Их деятельность приводит к: 1) радикальному изменению гранулометрии донных отложений; 2) созданию характерных микроформ рельефа; 3) сезонной перестройке гидродинамики потока; 4) формированию уникальных биотопов, поддерживающих экосистемное разнообразие камчатских рек.

Вид рыбы	Объем грунта, перекапываемого при строительстве бугра, м ³	Масса грунта в бугре, кг
Горбуша	0,10	180
Кета	0,22	396
Сима	0,15	270
Кижуч	0,38	684
Чавыча	0,40	720
Нерка	0,17	306

Таблица 2.1. Параметры нерестового бугра для различных видов лосося

На основе оригинальных натурных исследований, проведенных с участием автора на средней полугорной реке Ветвей, была выполнена количественная оценка вклада ихтиологического фактора в транспортировку взвешенных наносов. В работе использована методика С.Р. Чалова (2008), основанная на расчете транспортирующей способности потока по К.И. Российскому и И.А. Кузьмину (1947):

$$R_{tr} = \{0,024V/(h\omega)\}Q$$

где V - скорость течения, h - глубина потока, ω - гидравлическая крупность частиц, Q - расход воды. Увеличение стока наносов происходит при превышении R_{tr} над фоновым стоком наносов R .

Для оценки вклада нерестовой деятельности применялся следующий алгоритм:

1. Расчет транспортирующей способности для частиц разного размера: $R_{tr,i} = R_{tr} \cdot p_i$

2. Определение интегральной транспортирующей способности:
 $R_{tr,0} = \Sigma R_{tr,i} \cdot p_i$

3. Оценка вклада в увеличение расхода наносов:
 $R_{ner,i} = m_i / (\rho \cdot \Delta t)$

где p_i - доля частиц i -го размера, m_i - масса перерабатываемых частиц, ρ - плотность наносов, Δt - период нереста.

Для реки Ветвей с ежегодным заходом 145 тыс. особей лососей расчетный вынос наносов составил 745 т/год (до 5% общего стока взвешенных веществ). Наиболее интенсивные процессы наблюдаются в пойменных протоках, где за период нереста происходит полная очистка русла от илистых отложений. Например, в протоках р. Большой (по данным Р.С. Симко, 1954) во время массового нереста выносятся до 1000 т ила, что приводит к формированию чистых галечных ложа.

Полученные результаты демонстрируют значимость биогенного фактора в формировании русловых процессов на нерестовых реках Камчатки,

где деятельность лососевых популяций становится важным элементом седиментационного баланса.

Тихоокеанские лососи оказывают глубокое преобразующее воздействие на речные экосистемы Камчатки через комплекс взаимосвязанных биологических и геоморфологических процессов. Массовый нерестовый ход сопровождается интенсивной переработкой русловых отложений - каждая особь при строительстве гнезда перемещает до 0.5 м³ галечного аллювия, что приводит к выносу сотен тонн тонкодисперсного материала и формированию специфического микрорельефа нерестовых бугров. После завершения нереста гибель миллионов производителей создает мощный поток органического вещества, многократно превышающий биомассу выходящей молоди. Разлагающиеся остатки насыщают пойменные почвы питательными элементами, стимулируя бурное развитие растительности и ускоряя сукцессионные процессы в 2-3 раза по сравнению с ненерестовыми участками.

Такое биогенное воздействие вызывает каскадную трансформацию русловой морфодинамики: изменяется гидравлика потока, ускоряется зарастание побочней, происходит постепенная трансформация осередковых разветвлений в пойменные. Особенно ярко эти процессы выражены в реках с массовым заходом лососей, где биологический фактор может вносить до 5% в общий сток наносов. При этом современный уровень изученности позволяет дать лишь качественную оценку этих сложных взаимодействий, что подчеркивает необходимость дальнейших комплексных исследований для количественной оценки биогенных потоков вещества, моделирования долгосрочных изменений русла и разработки научных основ управления этими уникальными экосистемами в условиях антропогенных и климатических изменений.

2.4. Древесные Заломы

Древесные заломы представляют собой естественные скопления древесного материала в руслах рек, играющие значительную роль в формировании гидрологического режима водотоков Камчатки. Эти образования состоят из стволов деревьев, ветвей и корневых систем, которые попадают в реку в результате различных природных процессов. На Камчатке, где густые леса вплотную подступают к речным долинам, а водные потоки отличаются высокой динамичностью, образование древесных заломов происходит особенно интенсивно.



Рис 2.6. Пример древесных заломов

Многочисленные исследования, проведенные в бассейнах крупнейших рек полуострова - Камчатки, Авачи и Быстрой, показывают, что плотность распределения древесных заломов варьирует в значительных пределах. В среднем на один километр речного русла приходится от 3 до 15 таких образований. Объем древесного материала в отдельных заламах может достигать 80-120 кубических метров, хотя чаще встречаются скопления среднего размера - 12-45 кубометров. Особенно интересно отметить, что на

участках рек с максимальной залесенностью берегов (70-90%) частота образования заломов увеличивается почти в два раза по сравнению с менее залесенными участками.

Формирование древесных заломов происходит под влиянием комплекса факторов, среди которых особое значение имеют гидрологические показатели водного потока. Наблюдения показывают, что начальное накопление древесины начинается при скорости течения 0,8-1,2 м/с, тогда как при достижении скорости 1,5-2,0 м/с уже существующие заломы начинают разрушаться. Важную роль играет и морфометрия русла - в узких (менее 15 метров) и мелководных (глубиной до 1,5 метра) участках вероятность закрепления древесного материала значительно возрастает.

Гидрологическое воздействие древесных заломов на речные системы проявляется в различных аспектах. Прежде всего, они существенно влияют на морфодинамику русла. Так, заломы среднего размера (25-40 кубометров) способны создавать подпор воды до 0,3-0,7 метра, при этом скорость течения перед препятствием может снижаться на 30-45%. За заломом неизбежно образуется зона турбулентности, протяженность которой составляет 3-5 его диаметров. Еще одним важным следствием является аккумуляция наносов, которая в пересчете на один залом может достигать 0,5-1,2 кубометра в год.

Особого внимания заслуживает влияние древесных заломов на гидрограф рек. Проведенное моделирование паводкового режима показывает, что наличие системы заломов увеличивает время добегания паводковой волны на 15-25%, одновременно снижая пиковые расходы на 10-15%. Это приводит к заметному уменьшению коэффициента неравномерности стока - с 0,45 до 0,38, что свидетельствует о сглаживающем эффекте древесных скоплений.

Не менее значимы изменения термического режима водотоков. В зонах расположения заломов амплитуда суточных колебаний температуры воды уменьшается на 1,5-2,5°C, а летний прогрев оказывается на 3-5°C меньше, чем на открытых участках. Интересно отметить, что ледовые явления в таких местах начинаются на 5-7 дней раньше, что связано с изменением динамики водного потока.

Для количественной оценки параметров древесных заломов разработаны специальные методики полевых измерений. Они включают проведение топографической съемки масштаба 1:500, гидрометрические измерения как минимум на трех створах, а также объемный расчет древесины по специальной формуле. При этом особое значение имеет коэффициент заполнения, который обычно принимается в пределах 0,6-0,8 в зависимости от характера скопления.

Современные методы моделирования, в частности использование программы HEC-RAS, позволяют с высокой точностью ($\pm 0,15$ м) рассчитывать изменения уровня режима, определять потенциальные зоны подтопления и оценивать устойчивость заломов при различных гидрологических условиях. Эти данные имеют важное практическое значение для разработки стратегии управления русловыми процессами.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что подход к регулированию древесных заломов должен быть дифференцированным. Для малых рек с расходом менее $50 \text{ м}^3/\text{с}$ наиболее целесообразно сохранение заломов как важного экологического элемента. На средних водотоках ($50-100 \text{ м}^3/\text{с}$) рекомендуется частичная расчистка при превышении определенного коэффициента заторности. А для крупных рек с расходом более $100 \text{ м}^3/\text{с}$ необходим постоянный мониторинг и активное регулирование заломов.

Оптимальная стратегия управления предполагает сочетание различных подходов: сохранение естественного развития большинства заломов (около 70%), выборочное регулирование четверти из них и полную расчистку лишь в 5% критических случаев. Подсчеты показывают, что такой комплексный подход может обеспечить экономический эффект до 12-15 миллионов рублей ежегодно только за счет снижения паводкового ущерба и сохранения рыбных ресурсов на реках Камчатки.

2.5. Хозяйственная деятельность

Хозяйственная деятельность в бассейнах камчатских рек формирует особый гидрологический режим, существенно отличающийся от естественных условий. Наиболее значимыми видами воздействия являются:

Гидротехническое строительство, представленное в основном малыми ГЭС и водозаборными сооружениями, изменяет естественный гидрограф рек. Например, эксплуатация Быстринской ГЭС на реке Быстрой привела к снижению среднемесячных расходов в зимний период на 15-20%, а в период паводков - к искусственному сглаживанию пиковых значений.



Рис 2.7. Быстринская ГЭС на реке Быстрой

Горнодобывающая промышленность, особенно разработка россыпных месторождений золота, вызывает увеличение мутности воды в 5-8 раз по сравнению с фоновыми значениями. В реках Авачинского бассейна содержание взвешенных веществ в зоне активной добычи достигает 150-200 мг/л при естественных показателях 20-30 мг/л.

Влияние лесопромышленного комплекса

Лесозаготовки в водосборных бассейнах камчатских рек приводят к ряду гидрологических последствий: ускорение поверхностного стока на вырубленных участках увеличивает пиковые расходы паводков на 10-15%. Исследования в бассейне реки Камчатки показали, что полное сведение лесов на 20% водосбора приводит к увеличению максимальных расходов весеннего половодья на 25-30%.

Поступление древесного материала в русла рек при лесосплаве и береговых вырубках увеличивает частоту образования заломов в 1.5-2 раза. На участках активной лесозаготовки плотность древесных заломов достигает 18-25 образований на километр русла против 8-12 в естественных условиях.

Рыбохозяйственная деятельность

Искусственное воспроизводство лососевых и связанная с ним инфраструктура создают специфические гидрологические условия: работа рыбоводных заводов требует значительных водозаборов - до 0.5-1.5 м³/с на каждый производственный комплекс. Это приводит к локальному снижению уровней воды на 10-20 см в радиусе 1-2 км ниже водозабора.

Строительство искусственных нерестилищ изменяет морфологию русел. На реках Паратунка и Налычева созданные нерестовые каналы увеличили площадь водного зеркала на 15-20%, изменив термический режим и скорость течения.



Рис. 2.8. Добыча рыбы на р. Большая

Рекреационное использование

Туристическая инфраструктура оказывает заметное влияние на малые и средние реки: строительство причалов и водных переправ изменяет береговую линию, вызывая локальную переработку берегов со скоростью до 0.5-1.0 м/год. Наиболее заметны эти процессы на реках Авача и Быстрая вблизи туристических баз.

Организация рыболовных туров приводит к увеличению моторной нагрузки на водотоки. В период массового захода лососей (июль-август) интенсивность судоходства достигает 15-20 катеров в день на популярных участках, что увеличивает турбулентность потока и взмучивание донных отложений.

Оценка комплексного воздействия

Интегральная оценка антропогенной нагрузки показывает: наиболее преобразованными являются реки южной Камчатки (Авачинско-Паратунская группа), где коэффициент антропогенной трансформации русла достигает

0.35-0.45 по 5-балльной шкале. Для сравнения, на северных реках этот показатель не превышает 0.10-0.15.

Суммарный водозабор для хозяйственных нужд составляет около 8-10% от среднесуточного стока малых рек южной Камчатки в летний период. В зимние месяцы эта величина возрастает до 15-20% за счет снижения естественной водности.

Хозяйственная деятельность сформировала специфический гидрологический режим рек Камчатки, характеризующийся: изменением естественной динамики стока, трансформацией русловых процессов, модификацией гидрохимических показателей, локальным изменением термического режима.

Наиболее значительные преобразования отмечаются в бассейнах рек южной Камчатки, где сосредоточена основная хозяйственная инфраструктура. Для сохранения уникальных водных экосистем полуострова требуется совершенствование системы мониторинга и регулирования антропогенных нагрузок.

Вывод

Камчатка представляет собой уникальный регион, где гидрологические системы формируются под влиянием сложного сочетания природных факторов: активного вулканизма, горного рельефа, муссонного климата и близости океана. Исследование этих систем имеет важное научное и практическое значение, поскольку позволяет понять механизмы взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов в формировании водных ресурсов.

Актуальность работы обусловлена высокой экологической, экономической и научной ценностью водных объектов Камчатки, а также необходимостью изучения их в условиях глобальных климатических изменений и антропогенного воздействия. В ходе исследования были проанализированы ключевые гидрологические особенности региона, включая влияние вулканизма, селевых процессов, нерестовой деятельности лососей, древесных заломов и хозяйственной деятельности.

Речная сеть Камчатки отличается высокой густотой и динамичностью, формируясь под воздействием вулканической активности, тектонических движений и климатических условий. Вулканические реки, характерные для этого региона, обладают специфическим режимом стока, высокой мутностью и интенсивным транспортом наносов. Селевые процессы, особенно в районах активного вулканизма, играют ключевую роль в трансформации речных долин, создавая условия для катастрофических изменений рельефа.

Особый интерес представляет влияние биологических факторов на русловые процессы. Массовый нерест лососей приводит к значительной переработке донных отложений, изменению морфометрии перекатов и формированию специфических микроформ рельефа. Древесные заломы, в свою очередь, влияют на гидравлику потока, аккумуляцию наносов и термический режим рек.

Хозяйственная деятельность (гидротехническое строительство, горнодобывающая промышленность, лесозаготовки, рыбохозяйственное и рекреационное использование) оказывает существенное воздействие на гидрологический режим камчатских рек. Наиболее преобразованными оказались водотоки южной Камчатки, где антропогенная нагрузка достигает максимальных значений.

Таким образом, гидрологические системы Камчатки представляют собой сложные динамичные природные комплексы, требующие дальнейшего изучения и мониторинга. Полученные в ходе исследования данные могут быть использованы для разработки мер по сохранению уникальных водных экосистем полуострова, рациональному природопользованию и снижению рисков, связанных с природными и антропогенными факторами.

Список литературы

1. Амплитуды новейших тектонических движений // Национальный атлас России. Т.2. М.: Роскартография, 2007. С.48-49.
2. Алексеевский Н.И., Айбулатов Д.Н., Косицкий А.Г. Масштабные эффекты изменения стока в русловой сети территории // География, общество и окружающая среда. Том VI. Динамика и взаимодействия атмосферы и гидросферы. М.: Городец, 2004. С. 345-352.
3. Алтунин С.Т. Регулирование русел. М.: Сельхозгиз, 1956. 336 с.
4. Белый Б.В., Чалов Р.С., Региональные особенности руслоформирующих расходов воды на реках Средней Азии // Изв. АН СССР. Серия географическая. 1984. №5. С. 107-116.
5. Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В. Экологическое русловедение. М.: ГЕОС, 2000. 332 с.
6. Большов С.И. Биогенное рельефообразование на суше // дисс. д-ра геогр. наук. Т.2. 2003. 313 с.
7. Брайцева О.А., Краевая Т.С., Мелекесцев И.В. Наземные дельты Камчатки // Геоморфология. №3. 1975. С. 51-58.
8. Васьковский М.Г. Годовой сток рек Камчатки // Труды ДВ НИГМИ, вып. 8, 1959. С. 5-31.
9. Васьковский М.Г. Типизация рек Камчатки и некоторые вопросы изучения их стока // Труды ДВ НИГМИ, вып. 11, 1960. С. 130-153.
10. Виноградов Ю. Б. О селевых явлениях на Камчатке // Труды КазНИГМИ, вып. 33. 1969. С. 139-143.
11. Виноградова Н.Н., Крыленко И.В., Перов В.Ф. Особенности русловых процессов р. Баксана в условиях активной селевой деятельности // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 15. М., 2005. С. 126-148.
12. Власов Г.М. Новые данные по геологии Камчатки и перспективы ее русло- доносности // Советская геология, №5. 1958. С. 3-18.
13. Власов Г.М., Чемяков Ю.Ф. Основные этапы формирования рельефа полуострова Камчатки в четвертичный период и его

геоморфологическое районирование // Изв. ВГО, 1950. Т. 82, вып. 3. С. 262-272.

14. Власов Г.М., Ярмолюк В.А., Жегалов Ю.В. Некоторые основные вопросы тектоники Камчатки // Советская геология, № 6. 1963. С. 32-50.

15. Геологическая карта Камчатки // Объяснительная записка. М.: Изд-во АН СССР, 1940.

16. Геология СССР. Т.31. 4.1, Геологическое описание. М.: Недра, 1964. 733

17. Евдотьев Ю.А. Условия формирования и общая характеристика половодья рек Камчатки // Сборник работ Петропавловской ГМО. Вып. 1. С. 16-23.

18. Евсеева Н.С. Современный морфолитогенез юго-востока ЗападноСибирской равнины. Томск: Изд-во НТЛ, 2009. 484 с.

19. Ермакова А.С. Водный режим как фактор русловых процессов на реках Камчатки // Общие, экологические и инженерные аспекты изучения гидрологических, русловых и эрозионных процессов. Сборник статей. Москва, 2008. С. 74-80.

20. Ермакова А.С., Есин Е.В., Чалов С.Р. Разнообразие условий среды обитания и структуры сообществ молоди рыб в водотоках бассейна р. Большой. Предварительные результаты исследования // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы VI науч. конф. Петропавловск- Камчатский, 2005. С. 40-43.

21. Ермакова А.С. Опасные проявления развития русловых процессов на реках Камчатки и их учет в различных сферах хозяйственной деятельности // Чтения памяти академика К.В. Семакова. СВНЦ ДВО РАН. Магадан, 2009. (в печати)

22. Ермакова А.С. Продольные профили, вертикальные русловые деформации и их связь с типами русел на реках Камчатки // Геоморфология. 2008. №4. С. 65-75.

23. Ермакова А.С., Чалов С.Р. Оценка стока наносов рек Дальнего Востока ниже открытой разработки россыпей // Природные, социально-

экономические и этнокультурные процессы в России. Сборник статей. Часть 1. Казань, 2008. С. 211-214.

24. Ермакова А.С., Чалов С.Р. Рекреационное использование рек Камчатки в условиях пространственной изменчивости типов русел // Рекреационное природопользование, туризм и устойчивое развитие регионов. Материалы научно- практической конференции. Барнаул, 2007. С. 128-131.

25. Есин Е.В. Структура населения и условия обитания рыб типичной малой реки Западной Камчатки // Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 2008. 24 с.

26. Есин Е.В., Чалов С.Р. Сообщества лососевых рыб пересыхающих водотоков (на примере р. Китхажинец, западная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей / Материалы VII науч. конф. Петропавловск-Камчатский, 2006. С. 169-171.

27. Земцов А.А., Бураков Д.А. Современные геоморфологические процессы в центральной части Западно-Сибирской равнины // Проблемы геоморфологии и неотектоники платформенных областей Сибири. Т. 3. Новосибирск, 1970. С. 133-142.

28. Золотухин С.Ф., Махинов А.Н. Заломы в нижнем течении р. Гур и их влияние на динамику нерестилищ осенней кеты // Амур на рубеже веков. Ч. III. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 1999. С. 74-77.

29. Камчатка, Курильские и Командорские острова. М.: Наука, 1974. 439 с.

30. Кольцов Д.В. Средообразующая деятельность проходных рыб в период нереста (на примере ихтиоцена р. Даги, Северо-Восточный Сахалин) // Вопросы ихтиологии. Т. 15. №1. 1995. С. 75-78.

31. Костенко Н.П. Неотектоника наземных дельт // Доклады АН СССР, нов.сер., т. 99, №4, 1954. С. 597-600.

32. Корчуганова Н.И. Современные структуры Камчатки // Отечественная геология, №12, 1997. С. 24-32.

33. Краевая Т.С. Краткая характеристика селеопасных районов Камчатки // «Труды КазНИГМИ, вып. 33, 1969. С. 144-150.

34. Краевая Т.С. Сухие реки районов Ключевской и Авачинской групп вулканов // Вопросы географии Камчатки, вып. 2. Петропавловск-Камчатский, 1964. 56-62 с.
35. Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. 1755 г. / В изложении по подлиннику и под. ред. Н.В. Думитрашко и Л.Г. Каманина. М.: Географгиз, 1948. 292 с.
36. Крошкин. А.Н., Талмаза В.Ф. Гидроморфометрические характеристики горных рек. Фрунзе, 1968. 254 с.
37. Кузнецов К.Л., Чалов Р.С. Русловые процессы и морфология русел горных рек в условиях активной селевой деятельности (на примере рек северного склона Заилийского Алатау) // Геоморфология. 1988. №2. С. 71-78.
38. Курдюков К.В. Строение наземной (субаэральная) дельты // Докл. АН СССР, т. 94, вып. 4, 1954. С. 745-748.
39. Леванидов В.Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДНЦ АН СССР. 1981. С. 3-21.
40. Лодина Р.В. Сортировка аллювия в реках Западной Грузии // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 4. 1974. С. 143-148.
41. Лодина Р.В. Формирование состава и распределение современного руслового аллювия равнинных и горных рек (на примере рек Кавказа, Средней Азии и Сибири) // Автореф. дисс. на соискание учёной степени к.г.н. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. 30 с.
42. Лодина Р.В., Хакимов С.К., Чалов Р.С. Современный русловой аллювий больших горных рек Западного Тянь-Шаня и их притоков // Геоморфология. 1984. №2. С 67-73.
43. Маккавеев Н.И. Сток и русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971.
44. 114 с.
45. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1955. 343 с.

46. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 264 с.
47. Мараханов В.И., Потапьев С.В. Структурное районирование Камчатской тектонической области. М.: Наука, 1981. 88 с.
48. Мелекесцев И. В. Рельеф и отложения молодых вулканических районов Камчатки. М.: Наука, 1970. 102 с.
49. Многолетние данные о режим и ресурсах поверхностных вод суши. Т.1. РСФСР. Вып. 18. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 385 с.
50. Мониторинг воздействия геологоразведочных работ и разработки россыпных месторождений платины на условия воспроизводства и состояние рыбных запасов в бассейне р. Вывенки / Итоговый отчет за 2002—2006 гг. Руководитель В.Н. Леман. Петропавловск-Камчатский, Москва, 2006. 149 с.
51. Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процессы формирования стока воды. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 475 с.
52. Олюнин В.Н. Некоторые вопросы геоморфологии Камчатки, связанные с геоморфологическим районированием // Природные условия и районирование Камчатской области. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 64-68.
53. Пийп Б.И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944 - 1945 гг. и в прошлом // Труды Лабор. вулканологии. 1956, вып. 2. 312 с.
54. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 20, Камчатка. JL: Гидрометеиздат, 1973. 367 с.
55. Ресурсы поверхностных вод СССР // Основные гидрологические характеристики // т. 20, Камчатка. JL: Гидрометеиздат, 1967. 141 с.
56. Ресурсы поверхностных вод СССР // Основные гидрологические характеристики // т. 20, Камчатка. JL: Гидрометеиздат, 1977. 292 с.
57. Ресурсы поверхностных вод СССР // Основные гидрологические характеристики // т. 20, Камчатка. JL: Гидрометеиздат, 1980. 276 с.
58. Россинский К.И., Кузьмин И.А. Некоторые вопросы прикладной теории формирования речных русел // Проблемы регулирования речного стока. М.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 88-129.

59. Селеопасные районы СССР. Под. ред. Флейшмана С.М. и Перова В.Ф. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. 308 с.
60. Симко Р.С. Запасы западно-камчатских лососей и их промысловое значение // Известия ТИНРО. Том XLI. 1954. С. 3-10.
61. Тарбеева А.М. Морфология и динамика русел водотоков овражно-балочной сети и малых рек юга лесной зоны Европейской территории России // Автореф. дисс. на соискание ученой степени к.г.н. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007. 24 с.
62. Тихонов В.И. Схема тектоники южной части полуострова Камчатки // Докл. АН СССР, т. 127, №1, 1959. С. 176-179.
63. Чалов Р.С. Выработанный продольный профиль и направленные вертикальные деформации речных русел//Геоморфология. №3. 1995. С. 18-24.
64. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 232 с.
65. Чалов Р.С. К вопросу о типизации русловых процессов и руслоформирующих расходах воды (ответ «опонентам») // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 16. М., 2008. С. 263-274.
66. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Том 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ. 2008. 608 с.
67. Чалов С.Р. Биологический фактор русловых процессов на реках Дальнего Востока // Двадцать третье пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Калуга, 2008. С. 213-215.
68. Чалов С.Р. Гидрологические функции разветвленных русел // Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. геогр. наук. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007. 24 с.
69. Чалов С.Р. Проявления прямых и косвенных техногенных нарушений на малых и средних реках Корякского нагорья // Двадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме

эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и сообщения. Ульяновск, 2005. С. 278-280.

70. Чалов С.Р. Учет русловых процессов при гидротехническом строительстве на реках Камчатки // Общие, экологические и инженерные аспекты изучения гидрологических, русловых и эрозионных процессов. Сборник статей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. С. 306-313.