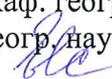


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Геолого-географический факультет
Кафедра географии

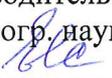
ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Руководитель ООП
Зав. каф. географии
д-р геогр. наук, профессор


Н.С. Евсева
« 10 » 06 2021 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА
ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА РУСЛА РЕК

по направлению подготовки 05.03.02 География
направленность (профиль) «География»

Сокольников Илья Вячеславович

Руководитель ВКР
д-р геогр. наук, профессор


Н.С. Евсева
подпись
« 10 » 06 2021 г.

Автор работы
студент группы №02704


И.В. Сокольников
подпись

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Геолого-географический факультет
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП «География»
по направлению подготовки
05.03.02 География
д-р геогр. наук, профессор

Ев
Н.С. Евсева
«17» 02 2021 г.

ЗАДАНИЕ

по подготовке выпускной работы бакалавра

студенту Сокольникову Ивану Вячеславовичу группы 02704
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема выпускной работы «Влияние хозяйственной деятельности человека на русла рек»

2. Срок сдачи студентом выполненной выпускной работы:

а) на кафедре 11 июня 2021 г.

б) в ГЭК 15 июня 2021 г.

3. Исходные данные к работе Цель: оценка изменений русел малых рек под влиянием хозяйственной деятельности человека.
цели и задачи исследования,

объекты и методы исследования, оценка достоверности результатов

провести сравнительный анализ картографических источников и источников ДДВ, выявившие изменения пойменных русел рек на ключевых участках

4. Краткое содержание работы Введение; Глава 1. Территориальные особенности речных процессов; Глава 2. Территориальные особенности бассейнов рек Торос и Киевка; Глава 3. Влияние хозяйственной деятельности человека на русла малых рек на примере рек Торос и Киевка; Заключение, список использованных источников и литературы
дать перечень основных разделов,
сроки выполнения и ожидаемые результаты

5. Указать предприятие, организацию, по заданию которого выполняется работа Кафедра географии ТГУ

6. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных иллюстраций) Картографические источники: «Подробные планы реки Томи...» 1898 г., топографические карты: масштаб 1:500000 1986 г., масштаб 1:200000 2002 г., масштаб 1:100000 1986 г. - и космический снимок спутниковой съемки Landsat 8 2021 г.

7. Дата выдачи задания « 17 » 02 2021 г.

Руководитель выпускной работы Ев, зав. каф. географии / Н.С. Евсева/
Должность, место работы, подпись, инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению 17.02.2021 И.В. Сокольников
Дата, подпись студента

Аннотация

В работе рассматривается влияние хозяйственной деятельности человека на русла малых рек с 1896 г. по настоящее время на примере рек Порос и Кисловка (Томская область). Представлены теоретические аспекты русловых процессов: понятие и связанные с ним термины, место в эрозионно-русловых системах, влияние хозяйственной деятельности человека на ход русловых процессов и его основные виды. Рассмотрены природные условия, в которых расположены бассейны рек Кисловка и Порос. Выделены основные этапы хозяйственного освоения и заселения бассейнов исследуемых рек и основные виды влияния хозяйственной деятельности человека на русла Пороса и Кисловки. Произведен сравнительный анализ картографических источников и космического снимка бассейнов Пороса и Кисловки с целью выявления изменений ширины русел данных рек и их плановых очертаний с 1896 г. по 2021 г.. Спрогнозированы последствия дальнейшего воздействия антропогенной деятельности на русла Кисловки и Пороса.

Annotation

The paper examines the influence of human economic activity on the channels of small rivers from 1896 to the present on the example of the rivers Poros and Kislovka (Tomsk region). The theoretical aspects of channel processes are presented: the concept and related terms, place in erosion-channel systems, the influence of human economic activity on the course of channel processes and its main types. The natural conditions in which the basins of the Kislovka and Poros rivers are located are considered. The main stages of economic development and settlement of the basins of the studied rivers and the main types of influence of human economic activity on the channels of the Poros and Kislovka are highlighted. A comparative analysis of cartographic sources and a satellite image of the Poros and Kislovka basins was carried out in order to identify changes in the width of the channels of these rivers and their planned outlines from 1896 to 2021. The consequences of the further impact of anthropogenic activity on the channels of the Kislovka and Poros were predicted.

Оглавление

Введение	5
I. Теоретические аспекты развития русловых процессов	7
1.1. Понятие русловых процессов	7
1.2. Русловые процессы в эрозионно-русловых системах	15
1.3. Горизонтальные деформации и хозяйственная деятельность человека.....	20
II. Природные условия бассейнов рек Порос и Кисловка	28
2.1. Географическое положение	28
2.2. Геологическое строение	30
2.3. Рельеф	36
2.4. Климатические условия	39
2.5. Поверхностные и подземные воды	41
2.6. Почвы и растительность.....	43
III. Влияние хозяйственной деятельности человека на русла малых рек на примере рек Порос и Кисловка	48
3.1. Из истории заселения и хозяйственного освоения бассейнов рек Порос и Кисловка.....	48
3.2. Косвенное влияние хозяйственной деятельности человека на русла рек Порос и Кисловка.....	50
3.3. Прямое влияние хозяйственной деятельности человека на русла рек Порос и Кисловка.....	53
3.4. Изменение плановых очертаний русел рек Кисловка и Порос	56
Заключение	70
Список использованных источников и литературы.....	73

Введение

Поверхностные текущие воды – один из главных факторов преобразования Земли. Совокупность геоморфологических процессов, осуществляемых текущими водами, называются флювиальными.

Река – одна из производных флювиальных процессов, и в то же время они являются ее производными. Флювиальные процессы действуют в пределах русла реки – основного элемента ее долины. При изменении характеристик потока воды первые метаморфозы испытывает именно русло. Одним из флювиальных процессов, влияющих на него, является боковая эрозия. Под ее действием русло реки усложняется с образованием меандров, рукавов, островов и других форм рельефа [12].

Одновременно река является источником воды, пищи, транспортной «артерией». Поэтому именно вблизи рек издавна и селилось человечество. На сегодняшний день реки – это природные объекты, имеющие во многом определяющее значение в жизни и в хозяйственной деятельности человека. При этом важно полное понимание последствий ее влияния и проведение мероприятий, необходимых для нормализации неблагоприятных последствий данной деятельности. Таким образом, данная тема является актуальной.

Используя ресурсы, которые дает река, человек не может не воздействовать на нее, причем на начальных этапах развития воздействие было незначительным, но со временем все более усиливалось и становилось все более отрицательным. Примером можно назвать сбросы отходов жизнедеятельности, стекающим по акведукам в реки, во времена Античности и Средневековья. Другой пример – гидроэлектростанции и сопутствующие им водохранилища, которые пагубно влияют на природные ландшафты в долине реки. И это лишь два примера влияния человека на реки.

В настоящее время хозяйственная деятельность человека в целом, в том числе и влияние его на русла рек, подвергается ограничениям с поиском альтернативных вариантов решения прикладных задач, необходимых для жизнедеятельности человечества. Тем не менее, отрицательное влияние продолжается, в том числе на малые реки.

Целью работы является оценка изменения русел малых рек под влиянием хозяйственной деятельности человека за период с 1896 г. по настоящее время на примере рек Порос и Кисловка (Томская область).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) проанализировать литературные источники по основам русловых процессов;
- 2) собрать материалы по природным условиям бассейнов рек Порос и Кисловка;

- 3) выделить основные этапы хозяйственного освоения исследуемой территории;
- 4) провести сравнительный анализ картографических источников и источников ДДЗ;
- 5) выявить изменения положения русел рек на ключевых участках.

Объект исследования: бассейны рек Кисловки и Пороса.

Предмет исследования: изменение русел рек Кисловки и Пороса под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Сбор материала для написания выпускной квалификационной работы бакалавра проводился в процессе производственной и преддипломной практики с соблюдением безопасных условий труда и учетом гигиенических факторов, обеспечивающих высокий уровень физической и умственной работоспособности.

В ходе работы были использованы следующие **методы** исследования: историко-географический, картографический, аналитический, сравнительно-географический, полевые, дешифрирования космического снимка.

Информационная база, использованная при работе: литературные и картографические источники, Интернет-ресурсы, фондовые материалы кафедры географии и Научной библиотеки ТГУ, космоснимок. Кроме того, в работе были использованы нормативные документы: ВК РФ Статья 65. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы; СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий и др..

Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников и литературы.

I. Теоретические аспекты развития русловых процессов

1.1. Понятие русловых процессов

Русловые процессы – явление природы, связанное с действием постоянного водотока на поверхность суши. Любой водоток является элементом круговорота воды в природе, то есть, частью гидросферы. По данному определению видно, что русловые процессы являются объектом исследования цикла гидрологических наук.

В то же время водные потоки являются движущей силой, или агентом, который образует те или иные формы рельефа, в том числе долину реки с ее элементами. То есть, русловые процессы – это один из видов рельефообразующих, или геоморфологических, процессов. Именно поэтому любой водоток, в том числе и постоянный, является объектом изучения науки геоморфологии. В данной характеристике выражается двойственность природы русловых процессов [46].

Научной дисциплиной, занимающейся исследованием русловых процессов, называется учение о русловых процессах, или **русловедение**. Русловедение стоит на грани цикла гидрологических наук, в том числе речной гидравлики и инженерной гидрологии, и геоморфологии. Главнейшими объектами изучения являются морфология, рельеф, деформации речных русел; факторы русловых процессов; эрозия (разрушение), транспорт (перенос) и аккумуляция (отложение и накопление) материала; процессы в руслах конкретных рек, протекающих в определенных географических условиях; долина реки и ее элементы; продольные профили рек; опасные проявления русловых процессов и другие.

Но появилась данная отрасль знаний в современной интерпретации не сразу. Еще в конце XIX – начале XX вв. различного профиля ученые – геоморфологи, географы, геологи, почвоведы, гидрологи – пытались по-своему описать долины рек и их элементы – русло, пойму, надпойменные террасы – при их исследовании. М.А. Великанов подчеркивал важность такого многопрофильного и разностороннего подхода к изучению речных русел. Так в конце первой половины XX в. появилась самостоятельная междисциплинарная отрасль знаний – учение о русловых процессах. Данный факт подтвердили в своих трудах многие ученые середины XX в. – Н.И. Маккавеев [16, 17], И.В. Попов, Н.Е. Кондратьев [27] – и следующие поколения ученых – Н.Б. Барышников, К.М. Беркович [3], А.Ю. Сидорчук [49], Б.Ф. Снищенко, Р.С. Чалов [43, 44, 46], Н.И. Алексеевский и многие другие. В начале 1990-х гг. учение о русловых процессах получило собственное название – русловедение. Оно включало в себя не только динамику

русловых процессов, но и создаваемые данными процессами формы рельефа, их пространственные и временные связи [48].

В целом, можно сказать, что учение о русловых процессах – географическая отрасль знаний, которая изучает условия и закономерности формирования речных русел, а также разрабатывает приемы и методы регулирования русел. Таким образом, предметами исследования являются речное русло и процессы, происходящие в нем при взаимодействии потока с материалом, его перемещении и аккумуляции, также разработка приемов и методов регулирования русел, прогнозов русловых деформаций при колебаниях уровня воды, изменениях природных и антропогенных факторов, выявление изменений в развитии русловых процессов и их неблагоприятных последствий.

Теоретическое направление в учении о русловых процессах разрабатывает основные идеи и представления о закономерностях и существенных связях во взаимодействии потока и русла, определяющем механизмы русловых процессов, формирования русел рек и руслового рельефа и их соотношения с природными и антропогенными факторами, сопровождаясь созданием математических моделей русловых процессов [49].

Практическая направленность учения о русловых процессах является определяющей для данной дисциплины. Именно необходимость в новых приемах и методах регулирования русел рек для обеспечения судоходности в их пределах дала толчок к формированию учения о русловых процессах [40]. Поэтому практическая составляющая определяет его связь с водными путями, гидротехникой и мелиорацией, поисковой геологией. Вместе с тем оно опирается на те разделы гидравлики, гидрологии, геоморфологии, грунтоведения, инженерной геологии, которые позволяют раскрыть механизм русловых процессов, физическую природу явлений, возникающих при взаимодействии потока и русла, эрозии, транспорте и аккумуляции наносов, а также взаимосвязи с природной средой и отдельными ее компонентами, изучать их как географические процессы, а речные русла – как элементы ландшафта [43].

Основными понятиями и терминами, применяемыми в русловедении в России, являются слова из русского языка: пойма, русло, рукав, протока и др.. В их числе распространены слова практического назначения, внедрение в науку которых развивалось с появлением водного транспорта: побочень, пережат, осередок и др.. В зарубежной литературе аналогов этим словам нет, поэтому многие слова, в том числе термин «русловые процессы» переводятся как «флювиальные процессы» на английский язык [50].

Русловые процессы – это совокупность явлений, связанных с взаимодействием потока и грунтов, слагающих ложе реки, эрозией, транспортом и аккумуляцией наносов,

определяющих размывы дна и берегов реки, развитие различных форм русел и форм руслового рельефа, режим деформаций русла. Это определение полностью отражает совокупность объектов и предметов исследования учения о русловых процессах [44].

Естественные русловые потоки характеризуются в конкретных условиях определенным водным режимом, зависящим от особенностей климата и разной водоносностью. Различные условия поступления наносов с водосбора в реки зависят от его геологического строения, рельефа и почвенно-растительного покрова. На поток также оказывают воздействие ледяной покров в холодную часть года, ледоход, развитие растительности в самом русле и на берегах, ветер, оказывающий влияние на поверхность воды и на скорость потока. Отсюда двойственность природы русловых процессов – они представляют собой гидромеханическое явление, которое развивается в конкретной географической обстановке, подчиняясь природным закономерностям [16].

Взаимодействие потока и русла с гидромеханических позиций может быть определено выражениями М.А. Великанова и К.В. Гришанина о том, что поток и русло взаимно воздействуют друг на друга. М.А. Великанов в своем определении руслового процесса указывал на важную роль потока воды в совокупном взаимодействии его с руслом. Но он также отмечал и поток наносов, который является не менее важной составляющей руслового процесса. Таким образом, в ходе взаимодействия речного потока и русла возникает поток наносов, который, с одной стороны, влияет на гидравлические характеристики потока, а с другой – на развитие и постоянные изменения русла и руслового рельефа. Во втором случае имеются в виду в том числе и деформации русла.

Н.Е. Кондратьев [27] подчеркивал определяющее значение потока наносов, отмечая, что транспорт наносов необходимо рассматривать как содержание руслового процесса, а морфологические преобразования (русла) – как его внешнее проявление, форму. Н.И. Маккавеев [16] через закон автоматического выравнивания транспортирующей способности потока указывал на то, что единство процессов взаимодействия потока и русла и движения наносов обуславливает саморегулирование системы «поток-русло» [43].

При взаимодействии потока воды и русла не только поток действует на русло, но также отмечается и обратное воздействие – тормозящее. Это происходит потому, что помимо основного направления движения потока воды формируется обмен водных масс и частиц наносов в вертикальном и поперечном направлениях. В результате процессов поперечного обмена водных масс и наносов в стрежневой¹ зоне русла формируются

¹ Стрежень – линия наибольших поверхностных скоростей течения в речном потоке (определение Г.И. Рычагова) [28]

условия для более интенсивной эрозии, чем в прибрежных зонах, что приводит к увеличению глубины в пределах данной зоны [16]. Поэтому чаще всего линия фарватера² реки проходит по линии стрежня.

Так, перемещение наносов и движение водных масс в вертикальном и поперечном направлениях, а также несколько других факторов, приводят к изменениям морфологических очертаний и морфометрических параметров русла, то есть, к деформациям.

Деформации русла, или **русловые деформации** – изменения русел рек, происходящее под действием водного потока, эрозии, транспорта и аккумуляции наносов, приводящие к изменению уровня отметок дна, смещению форм русел и/или его частей, размывам и наращиванию берегов.

Русловые деформации классифицируются по-разному. По времени они могут быть направленными, периодическими и текущими. Для первых характерна неизменность во времени знака изменения формы русла или его положения в пространстве; вторые соответствуют стадийности или цикличности развития форм русла и руслового рельефа (например, развитие излучины от зарождения до спрямления, после чего начинает формироваться новая излучина, или аккумуляция наносов на перекате в одну фазу водного режима, сменяющаяся размывом гребня переката в другую); третьи происходят в результате грядового движения наносов [46].

Существуют классификации деформаций и по другим признакам: в пространстве (по длине реки) (общие и местные), по форме распределения вдоль реки (трансгрессивные, регрессивные, региональные). Но каждый из этих видов деформаций совершенно по-разному проявляется в группах деформаций, основным классификационным признаком которых является направление силы тяжести. Так они делятся на деформации вертикальные, горизонтальные и связанные с грядовым движением наносов (рис. 1).

Вертикальные деформации – термин, характеризующий процессы врезания реки и накопления (аккумуляции) наносов на дне речной долины, отражающие как направленные изменения, так и местные размывы и обмеления русла. Схожий термин – «глубинная эрозия». **Горизонтальные (плановые) деформации** близки по смыслу понятию «боковая эрозия». Горизонтальные деформации сопровождаются вертикальными: углублением плесовой ложины по мере развития излучины, размывом одних и обмелением других рукавов и т.д.. **Связанные с грядовым движением наносов**,

²Фарватер – безопасный в навигационном отношении путь для плавания судов среди островов, мелей, банок и др. надводных и подводных препятствий [41]

которое формирует перекаты, побочни, осередки и др. аккумулятивные формы руслового рельефа – элементы русла [43].



Рисунок 1 – Схема классификации русловых деформаций относительно направления силы тяжести (по Р.С. Чалову, 1979) (составлена автором)

Русловые деформации осуществляются по-разному в конкретной природной обстановке, определяя русловой режим рек – совокупность характерных изменений речных русел под действием водного потока во времени. Эти изменения могут быть сезонными, многолетними, вековыми и т.д..

В приведенных определениях под **формой русла** понимается его морфология с характерными очертаниями в плане (извилистое, разветвленное на рукава, относительно прямолинейное, неразветвленное), шириной и глубиной. **Русло** – это форма рельефа на дне долины реки, по которой осуществляется речной сток (сток воды и наносов, растворенных веществ и т.д.) при уровнях ниже бровки поймы затопляемой в многоводную фазу режима. Во время половодий и высоких паводков речной поток выходит из берегов и затопляет **пойму** реки – покрытую растительностью часть дна речной долины, образовавшуюся в ходе русловых горизонтальных деформаций. Пойма, будучи производной русловых процессов, является важным условием формирования самого русла. Поэтому пойму и русло вместе, в их единстве называют пойменно-русловым комплексом [49].

Формы рельефа русла возникают как следствие движения наносов в виде гряд, а также благодаря местным повышениям коренного ложа потока, лишённого аллювия. К первым относятся перекаты, побочни, осередки и другие аккумулятивные гряды разных размеров, определяющие изменения отметок дна из-за их перемещения, размыва и новообразования в процессе транспорта донных наносов. Скульптурными формами

являются пороги, острова, перегибы продольного профиля, водопады, связанные с трудноразмываемыми или скальными горными породами, слагающими ложе реки.

Наряду с русловыми деформациями в основе морфодинамической классификации речных русел лежит также их морфология. Так, при разделении русел на прямолинейные, меандрирующие или разветвленные на рукава можно говорить о выделении **морфодинамических типов русла** (рис. 2). Морфодинамические типы русла включают в себе единство формы русла (морфологии) и его горизонтальных деформаций (динамики), связанных с ними изменений отметок дна (размывы и аккумуляция наносов). Таким образом, тип русла характеризует отдельные формы русла (прямолинейное, неразветвленное; излучина; разветвление) или их совокупность (серия излучин, следующие друг за другом разветвления, прямолинейный участок), имеющие морфологическое подобие и сходный вид горизонтальных русловых деформаций [43].

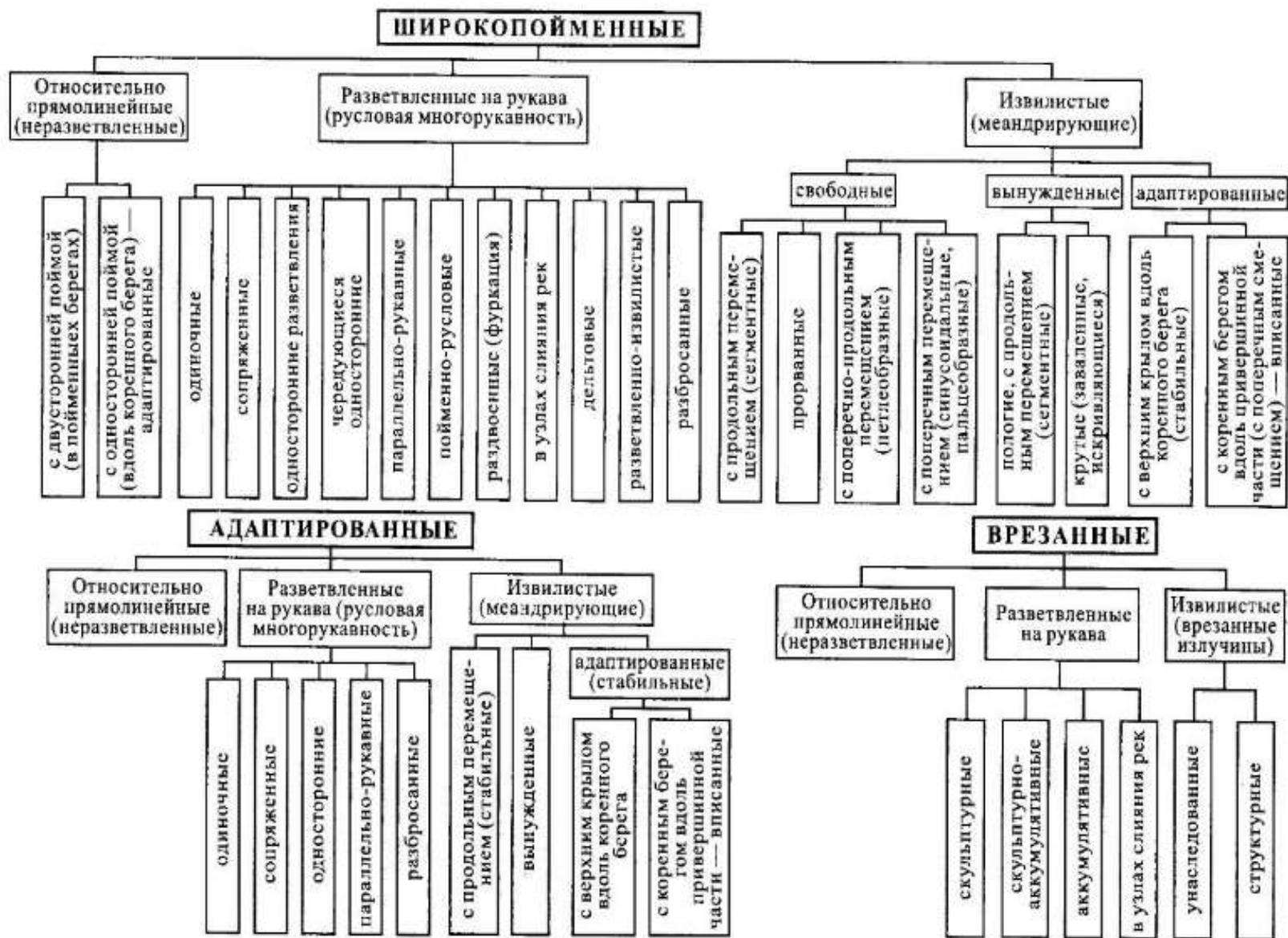


Рисунок 2 – Морфодинамические типы русел равнинных рек и их разновидности (классификация МГУ, Р.С. Чалова) [49]

Морфологически однородные участки – это участки реки, характеризующиеся преобладанием форм русла одного морфодинамического типа и однородными условиями формирования (водоносность, величина стока наносов, геолого-геоморфологическое строение долины). Изменения этих условий сопровождаются сменой морфодинамического типа русла или изменением его морфометрических характеристик [46].

Наиболее характерным примером проявления смены данных условий является переход реки из горной местности в предгорье или в пределах горной страны в межгорную котловину; также – из предгорья на равнину. Так, в зависимости от местоположения реки делятся на **горные, полугорные и равнинные** [47].

Для горных рек характерно образование врезанных русел, так как в горах ограничены условия развития русловых деформаций в силу тектонического строения горных территорий и трудноразмываемости горных пород, слагающих берега реки. Если горные породы скальные, то материал наносов представлен галькой вперемешку с валунами, что свидетельствует о возможности его транспорта только во время половодий транзитом. Пойма практически сходна по ширине с руслом.

Равнинные реки формируют, как правило, широкопойменные русла по причине наличия условий свободного развития русловых деформаций. Они развиваются в рыхлых породах песчаного состава в пределах равнин, расположенных в пределах тектонических платформ. Песчаный материал, вымываемый из берегов, определяет наибольшее разнообразие форм русла и его элементов в силу возможности его транспорта во взвешенном состоянии, а также в перемещении гряд, то есть, переформировании перекатов, не только во время половодий.

Но помимо этого равнинные реки могут протекать в горах и предгорьях. Особенно это касается больших и средних рек, но при перегибах продольных профилей малые реки³ также могут быть таковыми. Если горные породы являются трудноразмываемыми, но при этом пластичными, что характерно для межгорных котловин, то в результате их размыва образуется материал галечно-песчаного состава, а пойма имеет большую ширину, но также тянется вдоль берегов небольшой полосой. Распространено сезонное переформирование перекатов, что говорит о возможности развития русловых деформаций [47].

³Малые реки – реки, площадь бассейна которых изменяется в диапазоне 50-2000 км², а также расположенные в пределах одной географической зоны или даже подзоны. Имеют как правило зональный гидрологический режим. Площадь бассейна средних рек составляет 2 тыс. – 50 тыс. км², больших – более 50 тыс. км² [25]

Для полугорных рек, протекающих по предгорьям, присуще формирование адаптированных русел. Данный тип русел образуется вследствие переменного характера течения при смене фаз водного режима: в межень полугорная река проявляет себя как равнинная, так как течение реки является спокойным, а во время половодий – как горная, так как на мелководных участках русла поток воды становится бурным, хотя на плесах и остается прежним [43].

Несмотря на различия в механизмах взаимодействия потока и русла, эрозии дна и берегов, транспорта наносов и его аккумуляции между данными группами рек перечисленные процессы происходят в руслах каждой из групп, и они же характерны для систем иного порядка.

1.2. Русловые процессы в эрозионно-русловых системах

Движущей силой проявления русловых процессов являются их факторы.

Среди природных факторов русловых процессов главными являются сток воды, сток наносов (активные факторы) и геолого-геоморфологическое строение долины реки (пассивный фактор), определяющий ограниченные или свободные условия развития русловых деформаций. Между этими тремя факторами присутствует сложная взаимосвязь (рис. 3).



Рисунок 3 – Соотношение русловых процессов и основных определяющих их факторов [48]

Геолого-геоморфологическое строение является прямым фактором русловых процессов, так как от него зависит размываемость горных пород, уклоны рек, продольные профили и др.. К нему относятся аллювиальные отложения русла и поймы, геологическое строение, геоморфологическое строение водосбора и долины реки, морфология русла. Еще геолого-геоморфологическое строение является фактором образования стока

наносов, от чего зависит состав (крупность и податливость измельчению) и количество поступающего материала.

Наиболее сложная взаимосвязь обнаруживается между стоком наносов с самими русловыми процессами и с другими факторами. Его характеристики зависят от геолого-геоморфологического строения русла и стока воды, которые являются также факторами для стока наносов. Как и для самих русловых процессов, для стока наносов характерна двойственность во взаимосвязи с русловыми процессами: он одновременно является и фактором, и производной русловых процессов, то есть, которые, в свою очередь, формируют сток наносов. Главным процессом, поставляющим материал для формирования стока наносов, является размыв берегов. Он же образует формы руслового рельефа и его элементы [44].

Кроме трех основных факторов русловых процессов выделяются дополнительные: ледовый режим реки, относящийся наряду с геолого-геоморфологическим строением к пассивным факторам; почвенно-растительный покров, метеорологические факторы, многолетняя мерзлота, склоновые и эрозионные процессы и биогенные процессы, образующие группу прочих факторов [46].

Русловые процессы являются заключительным звеном в цепи гидрологических процессов и явлений, связанных с воздействием стока на земную поверхность, и их специфика отражает формирование стока воды и наносов в пределах речных водосборов. Все водные потоки, начиная со склоновых нерусловых и заканчивая реками, осуществляют разрушение поверхности суши, перемещение продуктов этого разрушения, их накопление и неоднократное переотложение по пути транспортировки [43].

Процессы смыва и размыва почв и горных пород, перемещения, переотложения и накопления наносов водными потоками составляют многогранный комплекс эрозионно-аккумулятивных процессов. Источниками материала, перемещаемого потоками воды, являются продукты эрозии подстилающей поверхности, поступление твердых частиц со склонов под воздействием различных геоморфологических процессов: вследствие гравитационных процессов (оползней, осыпей, обвалов), эолового переноса, медленного смещения почвы на склонах, солифлюкции и др.. В горах склоновые процессы играют решающую роль в формировании стока наносов. Чем больше водоток, тем больше относительная доля наносов эрозионного происхождения. На склонах эрозия почв и грунтов является практически единственным источником поступления в них наносов. Для равнинных рек напротив определяющую функцию выполняют временные русловые потоки в их бассейнах (на склонах долины) [16].

Полная совокупность эрозионно-аккумулятивных процессов состоит из четырех основных взаимосвязанных звеньев: эрозии почв, производимой временными нерусловыми потоками, формирующимися при выпадении дождей и таянии снега; овражной (линейной) эрозии, связанной с деятельностью временных русловых потоков; русловых процессов, определяемых эрозионно-аккумулятивной деятельностью рек; устьевых процессов, развитие которых происходит на фоне направленной аккумуляции наносов при впадении реки в приемный водоем и воздействии на него морских процессов [49].

Четких разграничений между типами водных потоков и звеньями эрозионно-аккумулятивных процессов нет. При зарождении реки у нее нет ни русла, ни других ее элементов. Начинается все с движения воды по какому-либо склону – части земной поверхности с углом наклона более 2° ⁴. На склоне вода появляется из атмосферы в виде осадков – дождя, из-под поверхности земли, источником которой являются грунтовые воды, из снега или льда при их таянии. Сначала вода стекает по склону в виде сплошного потока по всей его поверхности без деления на какие-либо струи. Этот процесс называется плоскостным смывом, а поток при этом называется временным нерусловым [17].

В какой-то момент под действием ударной силы дождя на поверхности склона появляется борозда – элементарная эрозионная форма рельефа. Воды начинают объединяться в струи в ней. Так формируется линейный сток, а поток становится русловым, хотя в зависимости от постоянства источника питания остается временным. Вода в струе обретает силу, которой не имела при плоскостном смыве, и постепенно увеличивает размеры борозды. Затем происходит ее преобразование в эрозионную рытвину, а потом в овраг и/или балку. Переход из одной стадии в другую зависит от многих факторов, в том числе от крутизны склона, податливости размыву горных пород, слагающих склон, количества осадков, выпадающих на склон, и др. [28].

Перечисленные стадии отражают образование эрозионных форм рельефа – форм рельефа, образованных действием водотока, независимо от постоянства источника воды. Поэтому река обретает сопутствующие элементы именно таким образом. Речной поток называется постоянным русловым, в отличие от соответствующих потоков в предыдущих по этапам формирования линейных эрозионных формах рельефа.

Эрозионной формой рельефа, образованной рекой, является речная долина. Ее формирование достаточно сложное и зависит от массы факторов. Элементами долины в зависимости от возраста реки могут являться пойма, надпойменные террасы. Элемент же,

⁴ Определение понятия «склон» Г.И. Рычагова [28]

образующийся с момента обретения потоком линейного характера движения воды – русло.

Водные потоки, подстилающая поверхность, на которую они воздействуют, и эрозионно-аккумулятивные процессы образуют эрозионно-русловые системы (ЭРС) (рис. 4), функционирующие в пределах водосборных бассейнов. Водные потоки являются динамической компонентой ЭРС, подстилающая поверхность (склоны, русло) – статичной, эрозионно-аккумулятивные процессы – производной от их взаимодействия [46].

Первой подсистемой ЭРС является эрозионно-склоновая. Главным действующим агентом выступают временные нерусловые потоки, которые сносят материал со склона и аккумулируют у его подножия. Так образуется характерная аккумулятивная форма рельефа – делювиальный шлейф. Сам процесс размыва материала на склонах временными нерусловыми потоками называется плоскостной эрозией, или эрозией почв, так как именно почвы являются объектом размыва. Часть материала, которая не участвовала в образовании делювиального шлейфа, сносится в овражно-балочную и даже русловую подсистему. Это происходит вследствие непосредственного контакта потоков данных систем с водосборами на склонах долины реки [49].

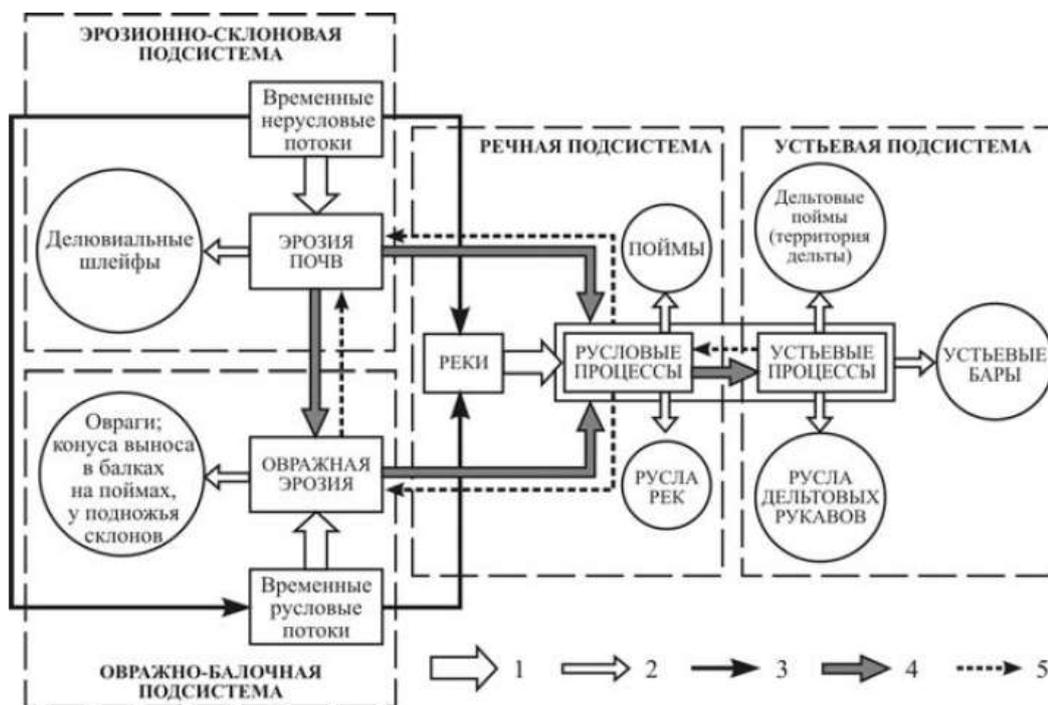


Рисунок 4 - Структура эрозионно-русловой системы и эрозионно-аккумулятивных процессов:

- 1 — прямые связи потоков и продуцируемых ими процессов;
- 2 — прямые связи процессов и создаваемых ими форм рельефа;
- 3, 4 — прямые связи направления перемещения воды и наносов соответственно;
- 5 — обратные связи между процессами [7]

Так отмечается тесная взаимосвязь звеньев ЭРС – подсистем – эрозионно-аккумулятивными процессами. Она подтверждается, когда на поверхности междуречной равнины распахиваются новые земельные угодья, и начинает проявляться антропогенная эрозия почв, которой присущи более высокие скорости деятельности, чем естественной их эрозии. В результате этого в нижние звенья ЭРС поступает избыточное количество наносов, в том числе и в речную подсистему. Особенно изменяются русла малых рек – происходит их заиление и деградация [43].

Второй подсистемой ЭРС является овражно-балочная. Она располагается ниже эрозионно-склоновой. Главным действующим агентом выступают временные русловые потоки, которые в результате действия процесса линейной эрозии, в данном случае называемой овражной, образуют эрозионные и аккумулятивные формы рельефа. К первым относятся эрозионные борозды, эрозионные рытвины, овраги и балки; ко вторым – конусы выноса у подножий эрозионных форм. В данном случае часть материала, не участвующая в их образовании, сносится в речную подсистему. Если конус выноса своей частью накладывается на берег реки, то русловые потоки подмывают его – так образуются перекаты [46].

Помимо склонов долины реки, где в основном развиваются овраги, они могут формироваться и в пределах поверхностей междуречья на пашнях. Этому способствует ускоренная эрозия почв, которая образуется под влиянием хозяйственной деятельности человека. Если в случае смыва почв снижается их плодородие и, как следствие, урожайность сельскохозяйственных культур, то при овражной эрозии происходит разрушение земельных угодий, и часто становится невозможным дальнейшее их использование. Накопление материала, сносимого при овражной эрозии в русла малых рек, также приводит к их заилению и деградации [43].

Третьей подсистемой ЭРС является речная. Главным действующим агентом в ее пределах выступают постоянные русловые потоки. Они переносят материал в руслах рек до приемных бассейнов. Причем для них характерно многократное переотложение материала в процессе его транспортировки. Вместе с ним происходят русловые деформации русла, выраженные размывами и намывами дна русла и берегов в периоды времени разного масштаба. Постоянные русловые потоки действуют и в пределах четвертой подсистемы ЭРС – устьевой, но ей присущи другие особенности проявления русловых процессов: преимущественная аккумуляция материала, затухающая эрозия, влияние морских процессов [3, 49].

Таким образом, можно сказать, что на русло реки действуют не только русловые процессы, но и процессы более высоких звеньев эрозионно-русловых систем – эрозионно-склоновой и овражно-балочной подсистем. К ним относятся эрозия почв и овражная эрозия. В естественном течении процессов в ЭРС баланс материала между подсистемами соблюдается, чего не скажешь, когда на ЭРС оказывает влияние хозяйственная деятельность человека. Под ее воздействием происходит ускоренная эрозия почв на междуречьях в пределах пашен, которая приводит к избыточному сносу материала и его накоплению в руслах малых рек, в результате заиляющиеся и деградирующие.

1.3. Горизонтальные деформации и хозяйственная деятельность человека

Русловые процессы многообразны в своих проявлениях, одним из которых являются горизонтальные деформации русла. Горизонтальные деформации – это перемещение русла реки в плане, которое является естественным геоморфологическим процессом, происходящим на всех реках, приспособляющих размер и форму русла для стока воды и наносов. К нему относятся боковое смещение (перпендикулярно к центральной линии русла) и смещение вдоль оси русла. При перемещении русла реки образуются элементы ее долины: пойма; русло, в дальнейшем и надпойменные террасы. Также дно долины целиком сужается или расширяется [3].

Особенно отчетливо горизонтальные деформации проявляются в меандрировании. В меандрирующих руслах происходят обычно сопряженные размывы и намывы берегов (размыв одного берега сопровождается накоплением наносов у противоположного). Однако боковое перемещение испытывают русла и других морфодинамических типов (прямолинейные, разветвленные на рукава). Например, в разветвленных руслах часто наблюдается перемещение островов вверх или вниз по течению, обусловленное размывом одной части острова и накоплением наносов – на другой [44].

В процессе горизонтального перемещения река встречает три геоморфологических элемента речной долины: это – коренные берега, пойма и надпойменные террасы. Они различаются геологическим строением и взаимоотношениями с речным потоком. Особое место среди приречных земель занимают поймы. Они сложены разнообразным рыхлым материалом и контактируют с потоком постоянно, как в межень, так и в половодье. От периодического нарушения пойменных берегов эрозией и аккумуляцией зависит растительность и животный мир, развивающийся в пойме и долине в целом [16].

Когда горизонтальные деформации русла становятся препятствием при решении инженерных задач в долинах рек, то следует говорить о **размыве речных берегов** – термине, являющимся частью понятия горизонтальных деформаций русла реки [3].

Освоение и развитие приречных территорий часто встречается с трудностями в виде горизонтальных деформаций, скорость которых может достигать нескольких десятков и даже сотен метров в год. Прежде всего, речь идет о размыве берегов, на которых располагаются сооружения и коммуникации, требующие защиты. Природные процессы, связанные с рекой, становятся опасными для человека в том случае, когда при проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений не учитывается возможность бокового перемещения русла реки. Например, при возведении строений на пойме для них автоматически возникает опасность не только затопления при наводнении, так и разрушения при боковых перемещениях русла. Прокладка коммуникаций и строительство вблизи береговой линии, не учитывающие динамики природных процессов, также подвергают их опасности разрушения. Кроме того, в результате деятельности человека часто происходят нарушения природных факторов (или возникают новые), непосредственно влияющие на горизонтальные перемещения русла; их интенсивность увеличивается, или они развиваются на нетипичных участках. В ряде случаев ускоренная эрозия берегов является главным поставщиком наносов в реку [46].

Использование речных ресурсов, как и любой другой вид хозяйственной деятельности человека на реках и в их долинах, находится в двойственном положении по отношению к русловым процессам. Надежность и устойчивое функционирование водохозяйственных, гидротехнических, транспортных объектов во многом зависят от направленности и интенсивности горизонтальных деформаций. В то же время они оказывают обратное воздействие на русловые процессы, изменяя характеристики русла, трансформируя кинематическую структуру потока, режим стока воды и наносов и др.. Чем менее устойчиво русло, интенсивнее его переформирования, тем больше вероятность возникновения опасности обусловленных воздействием хозяйственной деятельности человека «русловых» нарушений функционирования водохозяйственного объекта.

Поэтому для обеспечения его эксплуатации проводятся различные регуляционные мероприятия, которые нередко воздействуют на русло не самым благоприятным образом вразрез естественному движению процессов. А это приводит к перестройке русла выше и ниже по течению, вызывая негативные и часто опасные последствия для водохозяйственных и других инженерных объектов в руслах рек и на их берегах [3].

Вся система инженерных сооружений и мероприятий, связанных с хозяйственным использованием рек и прилегающих территорий, защитой населенных пунктов, промышленных объектов, коммуникаций и земель от опасных проявлений русловых процессов включается в понятие «регулирование русел». Решение многих задач регулирования указывает на управление русловыми процессами. Оно заключается в

закреплении формы русла в оптимальном положении, что позволяет свести к минимуму опасные и неблагоприятные проявления русловых процессов, предотвратить на длительное время возможные его изменения; искусственном воздействии на русла, в результате чего процессы приобретают заданную направленность; выполнении компенсационных мероприятий для предотвращения нежелательных последствий регулирования, для чего необходимо прогнозирование развития русла в условиях искусственного воздействия на него и факторы русловых процессов; учете закономерностей руслоформирующей деятельности рек (русловых процессов), что обеспечивает, с одной стороны, максимально возможное сохранение русел рек как природных объектов (обеспечивается гидроэкологическая безопасность), а с другой – достижение поставленной цели с наименьшими затратами; согласовании разнонаправленных воздействий на русло, осуществляемых для решения не связанных между собой задач. Во всех случаях управление русловыми процессами должно опираться на особенности руслового режима конкретной реки [46].

Один из древнейших видов регулирования связан с отбором воды из рек на орошение. Сооружение оросительных систем приводит к уменьшению водоносности рек – доноров и ее увеличению при сбросе в реки коллекторных вод [43].

Второй по времени возникновения вид регулирования – защита объектов, расположенных возле русла от неблагоприятных проявлений гидрологического и руслового режима. Примерами являются дамбы обвалования, которые защищали объекты и земли от наводнений. В одних случаях это было связано с защитой от затоплений населенных и освоенных территорий (на реках Китая и Средней Азии), в других (Западная и Центральная Европа) посредством ограждения рек дамбами обвалования заселялись и осваивались пойменные земли [45].

Третий по времени вид управления русловыми процессами связан с использованием рек как водных путей сообщения. В Западной Европе в связи с требованиями судоходства проводилось спрямление рек, строились выправительные сооружения, стесняющие поток и сужающие русло. В России, а позднее в СССР, был обоснован метод улучшения судоходных условий посредством разработки дноуглубительных прорезей с использованием отвалов извлеченного грунта в качестве аналогов сооружений, воздействующих на поток и направляющих его на прорезь; выправительные сооружения применяются в комплексе с землечерпанием для усиления его положительного эффекта, предотвращения заносимости прорезей и стимулирования саморазмыва русла реки на мелководных участках [49].

Особое место в регулировании русел рек занимает создание гидроузлов. Использование энергии рек началось с создания мельниц и мельничных прудов, в лесных районах – с обеспечения работы лесопильных установок. Получение энергии началось в XIV–XV в. с создания небольших гидросиловых установок, обеспечивающих работу ткацких производств и мельниц. Современный гидроузел комплексного назначения включает в себя плотину, водохранилище, аварийные водосбросы, гидроэлектростанцию (ГЭС), судопропускные и водозаборные сооружения. Гидроузлы ликвидируют само русло при наполнении водохранилища, а выше и ниже его воздействуют на русло и русловые процессы через регулирование стока и возникновение искусственного базиса эрозии на участках рек большой протяженности, т.е. носят региональный характер. Это требует прогноза происходящих изменений и разработки новых, по сравнению с естественным состоянием, методов управления русловыми процессами [17].

Региональное воздействие на реки оказывают все виды регулирования русел, связанные с их эксплуатацией как водных путей. Местные задачи регулирования русел и управления русловыми процессами возникают при строительстве мостовых переходов, прокладке трубопроводов и других коммуникаций через реки, сооружении инженерных объектов на берегах. Комплексный региональный характер они приобретают на урбанизированных участках рек, где одновременно русловые процессы оказываются под воздействием практически всех типов регуляционных сооружений. Отдельные сооружения и мероприятия, приводящие к местным изменениям русловых процессов, при их массовости также становятся региональными по воздействию на русла рек.

Все сооружения и мероприятия на реках в зависимости от особенностей их взаимодействия с русловыми процессами, вклада каждого из них в трансформацию русел, влияния на сами сооружения и мероприятия подразделяются на несколько категорий (классификация Р.С. Чалова, 2015):

Категория I. а) прямое непосредственное воздействие на русла рек.

К нему относятся сооружения и мероприятия, которые приводят к искусственному изменению формы русла, его рельефа, продольного и поперечного профилей. Примерами являются дамбы и полузапруды, спрямление излучин, перекрытие рукавов; пруды и водохранилища, следствием создания которых является исчезновение русла или его трансформация.

б) косвенное воздействие, которое влияет через изменение факторов русловых процессов, особенно стока воды и наносов (агро- и лесотехнические мероприятия на водосборах, водохранилища, регулирующие сток воды и изменяющие сток наносов, русловые карьеры и др.).

в) обратное воздействие. Данные сооружения и мероприятия зависят от русловых процессов. Их возведение требует учета и прогноза горизонтальных деформаций русла реки. Зачастую эти сооружения и мероприятия могут одновременно относиться к двум или всем трем типам категории I.

Категория II: а) активные, изменяющие структуру потока, сток наносов, морфологическое строение и морфометрические характеристики русла;

б) пассивные, воздействующие на русло через изменения гидравлических характеристик потока.

Категория III. Постоянное, длительное и временное воздействие на русло. Данные сооружения и мероприятия выделяются в зависимости от времени, в течение которого это воздействие осуществляется, или от сроков службы сооружения (табл. 1). Например, влияние крупных гидроузлов на реках практически бессрочно, и они относятся к сооружениям постоянного воздействия на русловые процессы. Наоборот, дноуглубительные прорезы на перекатах судоходных рек существуют иногда в течение навигации или даже ее части, заносятся наносами и перестают существовать, поэтому эти мероприятия относятся к типу временного воздействия.

Категория IV – местные и региональные, проявляющиеся на участках рек различной протяженности (табл. 2).

Таблица 1 – Классификация инженерных сооружений и мероприятий по форме и длительности воздействия на русла рек (К.М. Беркович, 2001) [45]

Форма воздействия	Время воздействия		
	постоянное	длительное	временное
Прямая	Плотины. Выправительные сооружения. Мостовые переходы. Дамбы обвалования	Спрявление излучин	Дноуглубление. Русловые карьеры. Подводные переходы через реки
Косвенная	Гидроузлы	Агротехнические мероприятия. Сведение лесов. Водозабор в крупных размерах. Сброс коллекторных вод	Русловые карьеры

Категория V: а) речные, осуществляемые или возводимые в руслах рек; береговые, на берегах, долинные – в пределах участков долин, обычно на пойме, но находящиеся под

влиянием русловых процессов; бассейновые (агротехнические и лесохозяйственные мероприятия, регулирующие сток воды и наносов).

Все виды воздействия могут соотноситься с русловыми процессами каждое в отдельности либо в различных комбинациях при их расположении на одном и том же участке реки. На урбанизированных территориях многочисленные объекты, сооружения, водохозяйственные и транспортные мероприятия находятся в сложном взаимодействии и их надежность и функционирование зависят от русловых процессов, в значительной мере измененных всей хозяйственной деятельностью на реке и ее берегах.

Таблица 2 – Пространственные изменения русловых процессов под влиянием хозяйственной деятельности (классификация К.М. Берковича, 2000) [45]

Изменение русловых процессов	Виды хозяйственной деятельности
Региональное	Сведение лесов и распашка земель на водосборах; крупное гидротехническое строительство; обвалование рек; сплошное выправление и дноуглубление судоходных рек; массовая разработка карьеров стройматериалов; разработка россыпных месторождений полезных ископаемых; водозабор в крупных размерах (в магистральные каналы)
Местное	Мостовые переходы; инженерные сооружения на берегах и в руслах рек; выборочное выправление; дноуглубительные прорезы на перекатах (эксплуатационное землечерпание); подводные переходы.
На урбанизированных участках	Комплекс мероприятий и сооружений, накопление строительного и бытового мусора и пр.

Хозяйственная деятельность на реках и приречных территориях по результативности влияния на русловые процессы и русла может быть:

- полностью изменяющей факторы русловых процессов, не считающейся с естественными русловыми процессами (гидроузлы и др.); их осуществление требует прогноза трансформации русел в новых условиях и принятия превентивных мер для предотвращения или снижения негативных последствий их влияния на русловые процессы;
- нейтральной по отношению к влиянию на русло или оказывающей на него местное влияние через изменение гидравлических характеристик потока, но требующей учета и прогноза русловых деформаций для обеспечения безопасного функционирования объектов (переходы через реки, сооружения на берегах, водозаборы и водовыпуски);

- основывающейся на закономерностях русловых процессов, использующей их для получения оптимального технико-экономического и экологического эффекта; таково дноуглубление русел судоходных рек, обеспечивающее увеличение глубины на перекатах и в то же время сохраняющее реки в естественном состоянии;
- сопровождающейся спрямлением излучин, разработкой (углублением) ранее несудоходных рукавов, отторжением побочней; такие работы обычно предвосхищают на десятилетия естественный ход переформирований, основываясь на их долгосрочном прогнозе;
- создающей канализованные русла, вследствие чего они полностью утрачивают естественный облик, превращаясь в своеобразные лотки с бетонными (или каменными) берегами, а иногда и дном [45].

Выводы. В целом, можно сказать, что русловые процессы являются одновременно объектом исследования как цикла гидрологических наук, так как водотоки включены в состав гидросферы, так и геоморфологии, потому как они – пример рельефообразующих процессов. В этом заключается двойственная природа русловых процессов. Их изучением занимается русловедение, объектами которого являются морфология и динамика (горизонтальные деформации) русел рек, их рельеф и др..

Также русловые процессы занимают место среди эрозионно-аккумулятивных процессов (ЭАП), которые происходят в пределах разных эрозионно-русловых систем (ЭРС) и их подсистем. Из них выделяется русловая подсистема, где основной движущей силой и являются русловые процессы. В ЭРС отмечается взаимодействие и взаимовлияние между подсистемами, например, на русловую подсистему оказывают влияние процессы, происходящие в эрозионно-склоновой и овражно-балочной подсистемах: эрозия почв и овражная эрозия.

Данное влияние усугубляет хозяйственная деятельность человека, которая усиливает эрозию почв и рост оврагов вырубкой лесов и распашкой земель. Кроме того, ее воздействие происходит и иным образом: производится строительство мостов через реки, прудов в руслах рек и их притоков, гидроузлов со всеми составляющими и др.. Вследствие этого изменяются направление и характер плановых деформаций русел рек, что в дальнейшем оказывает влияние на данные сооружения вплоть до опасных проявлений процесса деформации русла. Таким образом, русловые деформации и хозяйственная деятельность человека взаимосвязаны.

Русловые процессы происходят в долине любой реки, но каждая из рек на планете имеет разное местоположение. В зависимости от этого на русло конкретной реки

действуют различные факторы: геологическое строение, рельефа, климат, поверхностные и подземные воды и другие.

II. Природные условия бассейнов рек Порос и Кисловка

2.1. Географическое положение

Районом исследования являются бассейны рек Порос и Кисловка. Они располагаются в центральной и северо-восточной частях Обь-Томского междуречья на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (рис. 5).

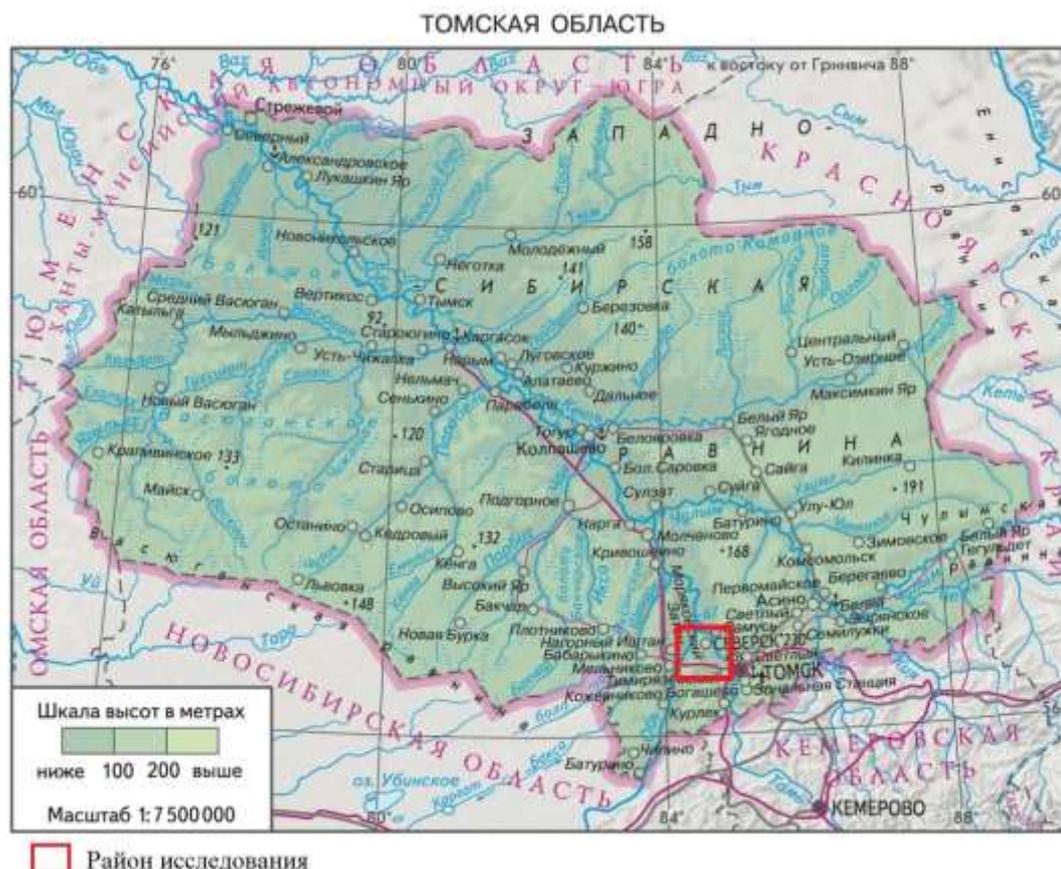


Рисунок 5 – Местоположение бассейнов рек Кисловка и Порос на территории Томской области [34]

Бассейны рек Порос и Кисловка соседствуют друг с другом: бассейн первой располагается северо-западной, второй – юго-восточной. С юго-востока бассейн реки Кисловка граничит с бассейном реки Черная, с запада и северо-запада бассейны исследуемых рек, в основном Пороса, ограничены бассейнами притоков Оби (рис. 6). Являясь притоками Томи, относятся к ее бассейну, при этом Томь впадает в Обь, поэтому является частью ее бассейна вместе со своими притоками, в том числе Кисловкой и Поросом.

Кисловка и Порос несут свои воды в северо-восточном направлении, они являются притоками Томи: Обе реки впадают в Томь ниже г. Северска: Порос впадает западнее

Кисловки, в районе острова Чернильщиковский, Кисловка – восточнее, выше по течению, в районе д. Попадейкино.

Площадь бассейнов рек Порос и Кисловка суммарно составляет около 744 км², из них примерно 200 км² занимает бассейн Кисловки и 544 км² – бассейн Пороса [7, 26].

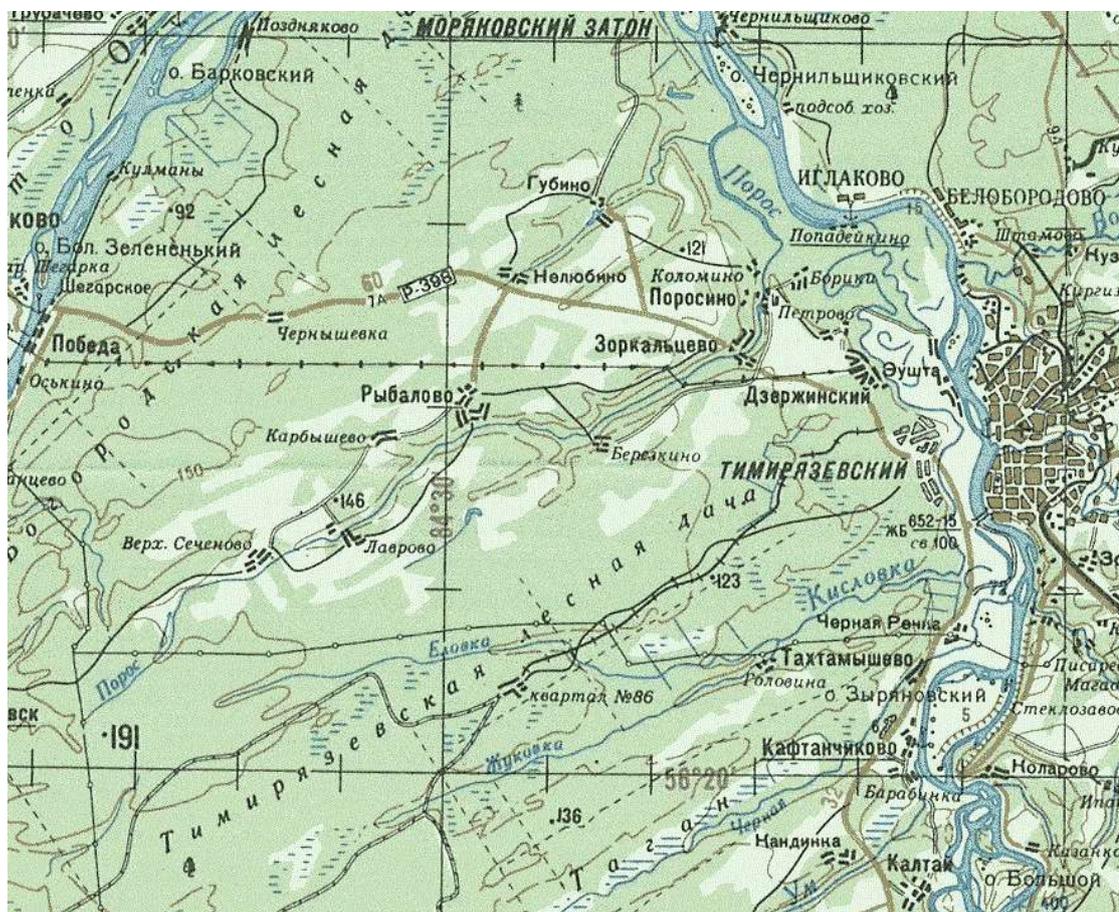


Рисунок 6 – Бассейны рек Порос и Кисловка в пределах Обь-Томского междуречья [37]

В административном плане бассейны исследуемых рек расположены на территории двух муниципальных образований Томской области: Томского района и городского округа «Город Томск». Но исток реки Порос находится на территории Кожевниковского района Томской области.

В бассейнах исследуемых рек располагается 22 населенных пункта разного статуса, из них 10 относится к бассейну Кисловки, 12 – к бассейну Пороса. Из 10 населенных пунктов в бассейне Кисловки 2 являются частью городского округа «Город Томск и имеют статус части городского населенного пункта; каждый из остальных 8 входит в состав Томского района со статусом сельского населенного пункта. Бассейн Пороса целиком находится в пределах Томского района (искл.: исток), и все 12 населенных пунктов являются сельскими [24, 30].

Можно сказать, что на исследуемые реки и их бассейны оказывается влияние как со стороны природных, так и антропогенных факторов [42].

2.2. Геологическое строение

Бассейны рек Порос и Кисловка располагаются в пределах Обь-Томского междуречья, которое сформировалось на поверхности Западно-Сибирской плиты (рис. 7, рис. 8). Из трех структурных этапов формирования плиты – геосинклинального, промежуточного и платформенного – первые два относятся к ее фундаменту [11].

Последней проявившейся складчатостью фундамента Западно-Сибирской плиты является герцинская, но она относится лишь к среднему структурному этажу. Нижний структурный этаж сложен самыми древними – верхнедокембрийскими и нижнепалеозойскими – комплексами блоковых (горстообразных) выступов Кузнецкого Алатау; средний – девон-каменноугольными отложениями Кузнецкого Алатау, Кузнецкого прогиба и Колывань-Томской складчатой зоны. Нижний структурный этаж сложен перемежающимися амфиболитами и мраморами, а также массивными доломитами. Средний структурный этаж образован толщами вулканогенно-осадочного происхождения: базальтами, трахириолитами, их туфами, с прослоями и линзами известняков и песчаников [19].

В составе фундамента Западно-Сибирской плиты в пределах исследуемой территории выделяются несколько разновозрастных комплексов, помимо герцинидов, проявившихся последними: байкалиды, салаириды, каледониды. Вместе они формируют блоки, которые разделяются глубинными разломами. В тектоническом отношении фундамент в пределах исследуемой территории представлен Новосибирским антиклинорием, который относится к антиклинорным зонам инверсионного типа развития [33].

Что касается платформенного чехла, то он образует верхний структурный этаж Западно-Сибирской плиты. Платформенный чехол сложен мезозойско-кайнозойским комплексом отложений, куда входят меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения. Их мощность в среднем суммарно составляет 1-3 км, при приближении к границе Западно-Сибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны его мощность уменьшается до нескольких десятков метров. В пределах исследуемой территории в тектоническом плане чехол распространен в области внешнего пояса Западно-Сибирской плиты, соответствующей Приалтаеаянской моноклизе [21, 22, 25].

Отличительной чертой строения платформенного чехла является чередование в его разрезе отложений алеврито-песчаного состава с алеврито-глинистыми толщами. Выделяется 4 цикла чередований, породы каждого из которых могут быть рассмотрены как нефтегазоносный или водоносный комплексы.

В основании чехла залегает юрский терригенный комплекс, сложенный заводоуковской серией (черные глины, алевролиты). Выше расположен верхнеюрско-нижнемеловой комплекс, образованный полудинской серией (глинисто-сапропелево-кремнистые породы). Еще выше залегает комплекс, сформированный саргатской серией (серые глины с песчаниками) в нижнем мелу. Далее расположен комплекс отложений, включающий две толщи, образованные покурской (серые глины с бурыми углями, коры выветривания, в основном по раннекаменноугольным толщам) на границе нижнего и верхнего мела и дербышинской и называевской (глинистые породы и пески) сериями соответственно. Верхняя часть комплекса, сложенная дербышинской серией, формировалась в верхнем мелу, а сложенная называевской серией – в палеоцене и эоцене. Выше по разрезу залегает комплекс отложений, который сложен некрасовской и бурлинской сериями (чередование песков, алевритов, глин с бурыми углями) в середине олигоцена – начале квартера [19].

Исследуемая территория в своей истории развития периодически подвергалась морской трансгрессии, что напрямую влияет на генезис многих комплексов, в том числе сформированных полудинской, саргатской, дербышинской и называевской сериями. Комплексы отложений, которые образовали заводоуковская, покурская, некрасовская и бурлинская серии, формировались в континентальных условиях, во время регрессии моря [11].

Современные флювиальные процессы развиваются в четвертичных отложениях. В пределах бассейнов рек Порос и Кисловка они развиты повсеместно и представлены кочковской, тайгинской, сузгунской, пайдугинской свитами (рис. 9). Для кочковской свиты характерны серые плотные озерные глины и суглинки с прослоями песка мощностью 40-60 м. Тайгинская свита сложена синевато-серыми супесями, илистыми суглинками и глинами с маломощными прослоями песка, ее мощность достигает 20 м. Отложения сузгунской свиты представлены переслаивающимися косо- и горизонтально-слоистыми песками, алевритами, а также песками с гравием и галькой. Мощность отложений составляет в пределах 20-45 м. Пайдугинская свита слагает ложбины древнего стока – параллельные линейные флювиальные формы рельефа, направление которых лежит с юго-запада на северо-восток в пределах Обь-Томского междуречья. Происхождение данных отложений флювиогляциальное; ложбины были созданы кратковременными потоками талых вод ледника. Отложения формируются глинисто-песчано-галечным материалом, мощность их достигает 10-15 м в среднем при максимальных 20-50 м [19].

Верхнеплейстоценовые толщи (Q_{III}) в пределах исследуемой территории формируют вторую надпойменную террасу реки Томь. Она сложена суглинками, песками с гравием и галькой, супесями, мощность данных отложений составляет 20-30 м. Имеют аллювиальное происхождение [12].

Отложения голоцена являются покровными, к ним относятся эоловые, болотные, делювиальные, пролювиальные и др.. Эоловые отложения ($vIII-H$) распространены в пределах всей площади Обь-Томского междуречья, перекрывают отложения в ложбинах древнего стока, а также вторую надпойменную террасу реки Томь. Сложены хорошо сортированными песками и формируют гряды юго-юго-западного направления. Озерно-аллювиальные отложения ($IaII-III$) располагаются на поверхности древних ложбин стока и в долинах рек, в том числе исследуемых; они образовались в результате совместного действия озерных и аллювиальных процессов. Также распространены болотные отложения, которые образуются в болотах низинного и переходного типов, сложенных бурными торфами мощностью до 7 м. Делювиальные отложения (d) характерны для долин рек, формируются у подножий склонов, сложены суглинками мощностью до 5 м. Пролувиальные отложения (p) встречаются в местах выхода оврагов в долины рек, в том числе Пороса и его притоков [19].

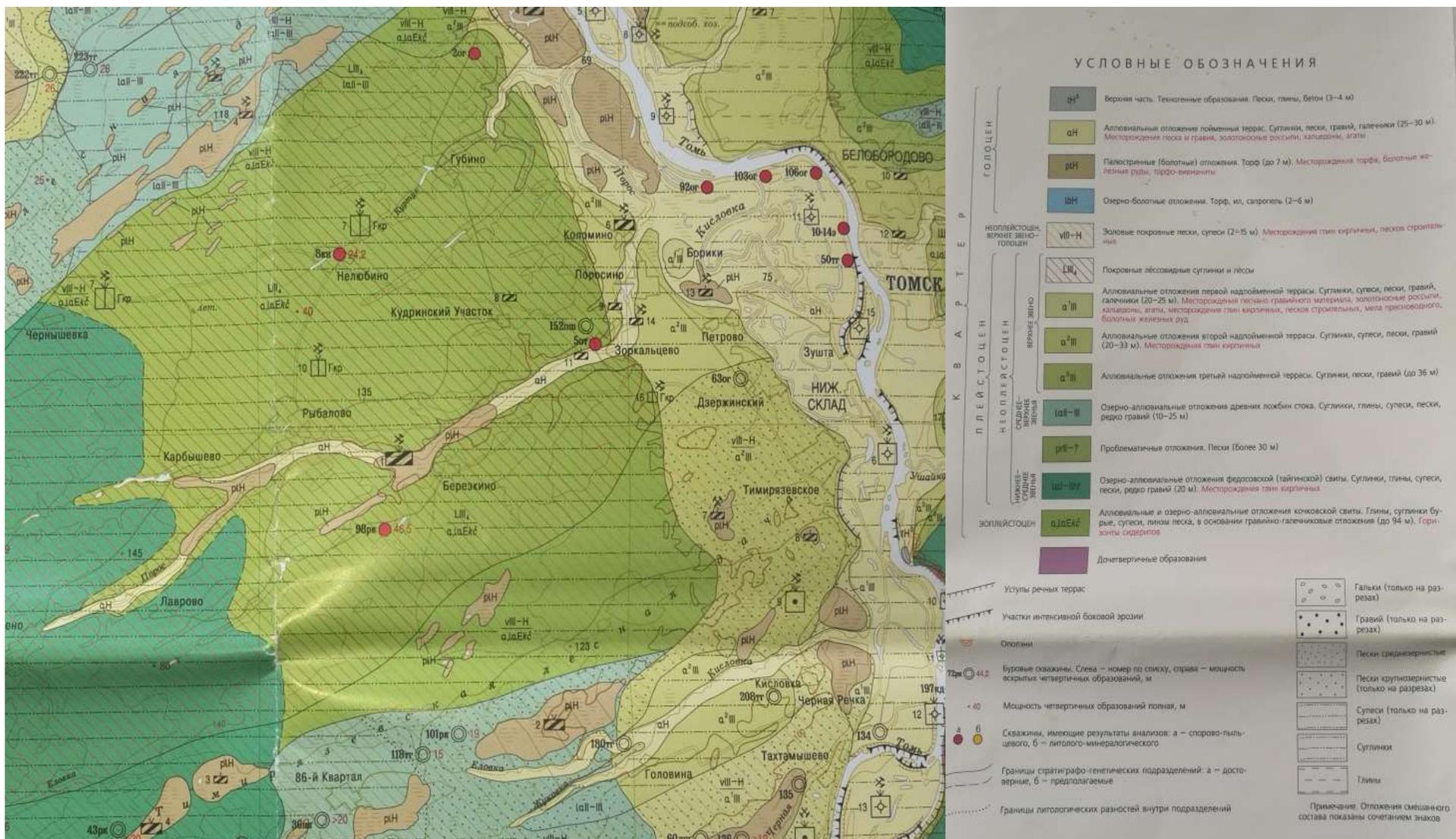


Рисунок 9 – Фрагмент карты четвертичных образований [9]

К голоценовым отложениям (аН) также относятся аллювиальные толщи в пределах поймы реки Томь и днищ долин рек Порос и Кисловка. Они имеют в основном супесчано-суглинистый состав. Помимо этого, вблизи склонов долин исследуемых рек, а также второй надпойменной террасы Томи аллювиальные отложения представлены крупнозернистыми песками с мелкой галькой, что не характерно для исследуемой территории. Данный процесс происходит по причине обработки (окатывания, сортировки) во время половодий потоками воды пролювиальных отложений у подножий склонов долин Кисловки и Пороса [12].

2.3. Рельеф

Западно-Сибирская равнина – одна из величайших равнин мира – ее площадь составляет 3,5 млн. км². Ее поверхность неоднородна – равнина похожа на амфитеатр, где по западной, восточной и южной границам располагаются горы и возвышенности; при движении к центру равнины возвышенности переходят в наклонные равнины; далее к северу ее поверхность понижается и становится еще более низменной [5].

Юго-восточная часть Обь-Томского междуречья и в частности бассейны рек Порос и Кисловка расположены в северо-восточной части одной из наклонных равнин – Восточно-Барабинской (рис. 10). Северо-западнее и западнее бассейна Пороса, в долине Оби и устье Томи простирается Обь-Тымская низменность. Так, в целом Обь-Томское междуречье имеет асимметричное строение с пологим восточным (Восточно-Барабинская наклонная равнина) и крутым западным (долина реки Обь).

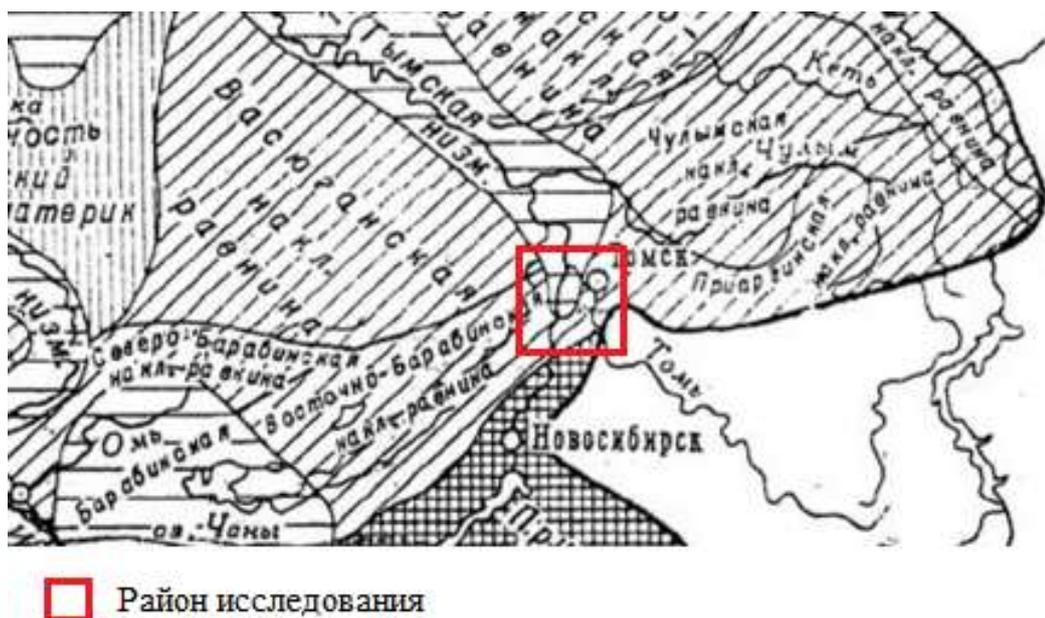


Рисунок 10 – Фрагмент орографической схемы Западно-Сибирской равнины [8]

Одной из особенностей рельефа исследуемого района являются ложбины древнего стока, созданные водно-ледниковыми потоками и ориентированные с северо-запада на юго-восток. Абсолютная высота, на которой располагаются ложбины, составляет 120-135 м. Часто в их пределах расположены долины малых рек – притоков Томи, в том числе и исследуемых. Рельеф поверхностей ложбин стока является грядово-западинным и гривисто-ложбинным – он складывается из чередования линейно вытянутых параллельно бортам ложбины песчаных грив и западин (рис. 11). Предполагается, что данные формы рельефа имеют эоловое происхождение (v), что говорит о действии в пределах исследуемого района эоловых экзогенных процессов [5, 19, 26].

Помимо ложбин древнего стока бассейны исследуемых рек занимают территорию на поверхности междуречной равнины – пологоволнистой, имеющей озерно-аллювиальный генезис (LfQ_{E-II}) (абсолютная высота 140-180 м); второй надпойменной террасы реки Томь (f^2Q_{III}) (абсолютная высота 84-105 м; относительное превышение 20-25 м); поймы Томи (fQ_H) (абсолютная высота относительное превышение 4-6 м) (рис. 11) [19].

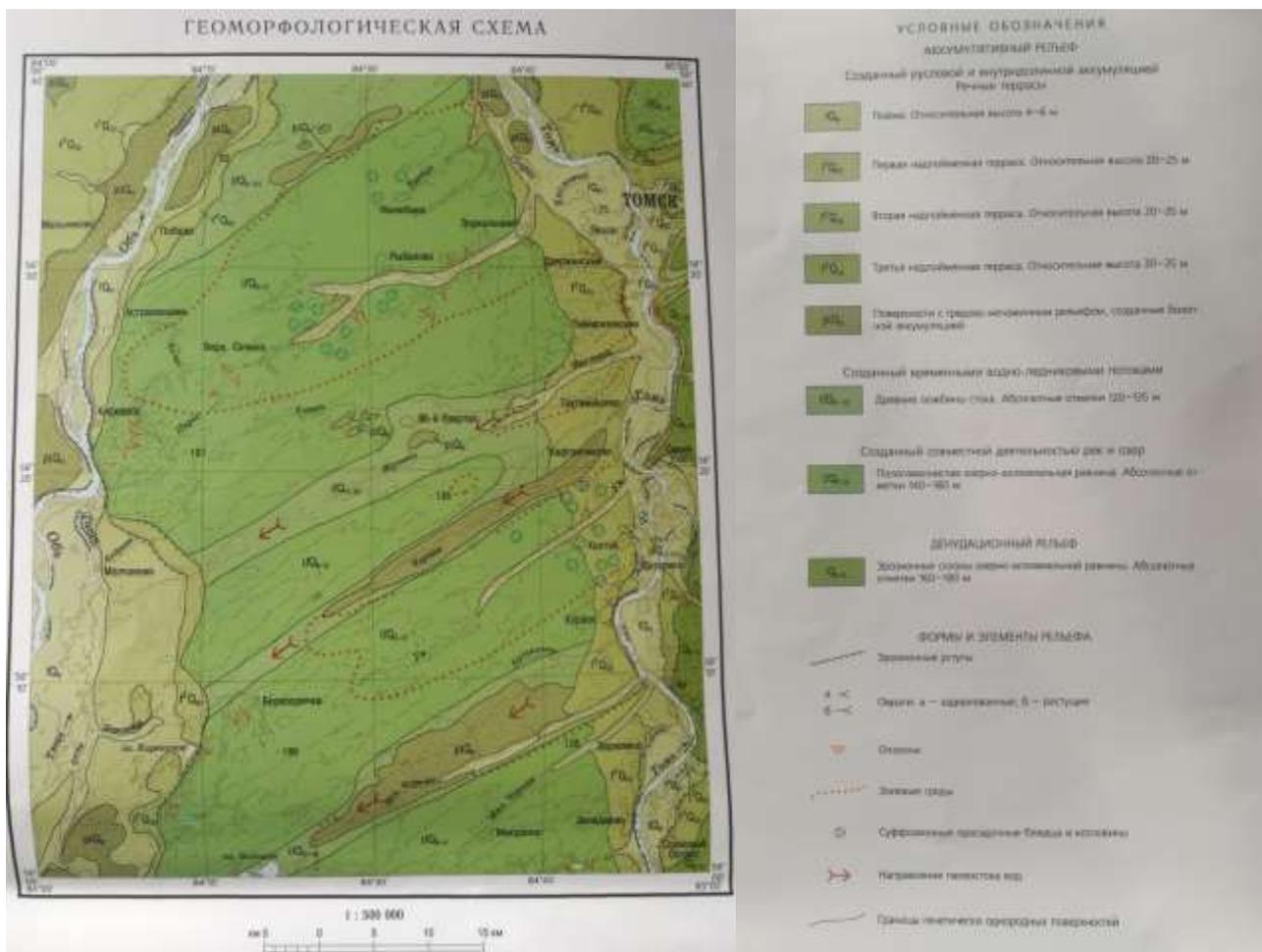


Рисунок 11 – Геоморфологическая схема Обь-Томского междуречья [9]

Элементами долин малых рек, в том числе и Пороса и Кисловки, являются русло с прирусловыми отмелями и другими формами руслового рельефа, пойма, имеющая ширину в диапазоне 50-800 м в верхнем, среднем и нижнем течениях рек, и, в основном, одна надпойменная терраса.

Основным экзогенным процессом рельефообразования (ЭПР) в бассейнах Пороса и Кисловки является линейная эрозия и сопутствующие ей транспорт и аккумуляция материала – вместе они формируют эрозионно-аккумулятивные процессы (ЭАП). К ним также относятся русловые деформации (горизонтальные и вертикальные), которые размывают и намывают берега и дно русла реки. Кроме того, данные ЭАП участвуют в оврагообразовании, распространенном в бассейне Пороса, и формировании балок. Также к ЭАП относится один из видов склоновых процессов – плоскостной смыв, в том числе и эрозия почв [12].

Другой ЭПР, характерный для района исследования – болотообразование и торфонакопление. Более того, для него присуще развитие на всей Западно-Сибирской равнине. В своих нижних течениях Кисловка и Порос несут воды через заболоченные участки, расположенные в пойме реки Томь. В ее пределах встречаются участки с грядово-мочажинным рельефом, созданные болотной аккумуляцией.

Еще одним экзогенным процессом, особенно распространенным в бассейне Пороса, является суффозия [5]. Проявление данного процесса наблюдается на сельскохозяйственных угодьях, в особенности на пашнях, в виде отрицательных форм рельефа небольшой глубины округлой формы.

Эндогенные процессы рельефообразования также проявляются в бассейнах исследуемых рек, и они являются общими для всего Обь-Томского междуречья и даже Западно-Сибирской плиты на стыке с Колывань-Томской складчатой зоной. К ним относятся медленные вертикальные движения блоков земной коры разных направлений, присущие для всей поверхности планеты в той или иной степени, и землетрясения [42].

Помимо всего прочего, район исследования подвержен воздействию хозяйственной деятельности человека, которое стало одним из активных агентов рельефообразования в XX в.. Данная деятельность не только преобразует естественный рельеф, но и сама создает формы рельефа, называемые антропогенными. Одним из примеров влияния антропогенной деятельности на рельеф является усиление водной эрозии почв (см. глава 1, пункт 1.3). Данный процесс происходит по причине распашки земель и дальнейшего использования их в качестве угодий для занятия растениеводством – пашни. Часто в силу того, что поверхности с нулевым углом наклона можно отыскать редко, есть необходимость распахать поверхности, являющиеся субгоризонтальными – их угол

наклона составляет 1-2°, а иногда и поверхности с большей крутизной, относящиеся к склонам (определение понятия «склон» Г.И. Рычагова [28]). Вследствие того, что данные поверхности имеют наклон, это приводит к смыву почв под действием нерусловых склоновых и русловых временных водных потоков. Помимо этого, временные русловые потоки на пашне способствуют развитию оврагов.

Для района исследования также характерно присутствие лесозаготовительного класса антропогенного рельефа (классификация В.В. Бакулина, В.В. Козина, 1996 г.). К нему относятся трелевочные борозды, рывины, завалы древесины и др. [2].

2.4. Климатические условия

Так как бассейны рек Порос и Кисловка находятся в умеренных широтах на плоской Западно-Сибирской равнине, то есть, в пределах умеренного климатического пояса (классификация климатических поясов Б.П. Алисова), это определяет крайнюю неустойчивость климата данной территории. Тип климата данной территории – континентальный (рис. 12). В целом, климат района исследования формируется под действием трех основных климатообразующих факторов: подстилающей поверхности, солнечной радиации и циркуляции воздушных масс [20, 23].

Суммарной солнечной радиации за год поступает около 3884 МДж/м² в среднем, а радиационный баланс равен 1441 МДж/м². Для исследуемого района характерно большое количество пасмурных дней – около 90-100 в год. В холодный период года количество дней без солнца намного больше, чем в теплый, а радиационный баланс отрицательный, тогда как с марта по октябрь он является положительным [20, 31].

Циркуляция воздушных масс над исследуемой территорией является частью циркуляции над Западно-Сибирской равниной и Северным полушарием в целом – она является собой западный перенос воздушных масс, который происходит с Атлантического океана. Но помимо этого, на климат исследуемого района воздействуют арктические и тропические воздушные массы [14].

Подстилающая поверхность выступает естественной преградой на пути перемещения воздушных масс, таким образом трансформируя морской воздух в континентальный посредством выпадения осадков на территориях, которые расположены на пути к исследуемому району. В данном случае в результате западного переноса воздушных масс морской умеренный воздух Атлантики превращается в континентальный умеренный. Тот же процесс происходит и с арктическим воздухом, но помимо уменьшения количества влаги в нем повышаются его температуры [42].

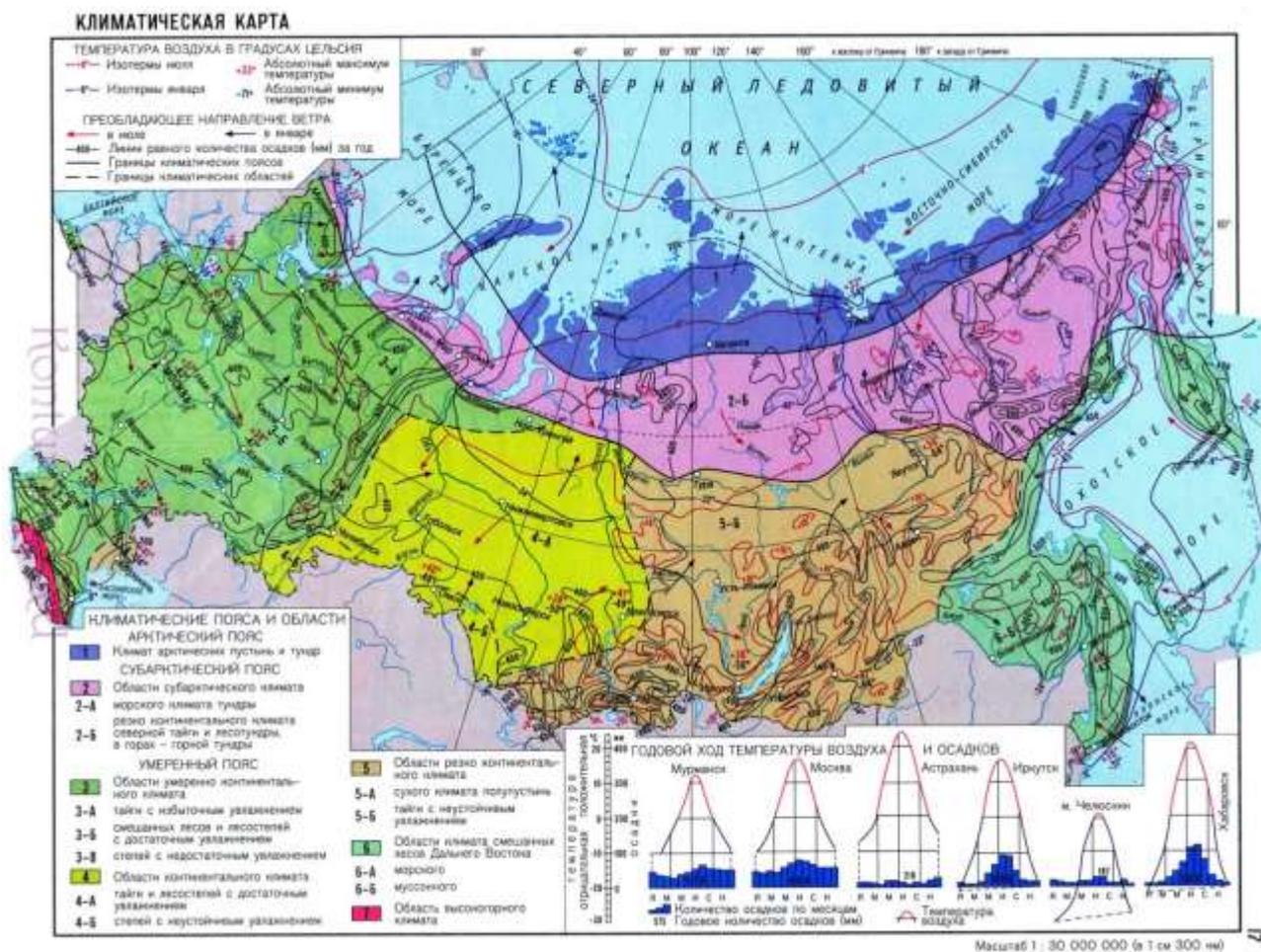


Рисунок 12 – Климатическое районирование России [13]

Среднегодовое количество осадков, выпадающих в территорию бассейнов Кисловки и Пороса, составляет примерно 600 мм. Летом осадки проявляются в виде дождей, причем в этот сезон года их выпадает больше (около 66 %), чем зимой (около 33 %), когда они представлены в виде снега. Первый снег выпадает в конце сентября – начале октября, а сходит в середине апреля, то есть, длительность сохранения его составляет около 178 дней [21, 23].

Среднегодовая температура воздуха в пределах бассейнов Пороса и Кисловки составляет $-0,5...-0,6^{\circ}\text{C}$, то есть, является отрицательной. Самым теплым месяцем считается июль, потому как его средняя температура равняется $18,3...18,5^{\circ}\text{C}$, тогда как самый холодный месяц – это январь – в среднем его температура составляет $-19,1^{\circ}\text{C}$ [5].

Характерными направлениями ветров над исследуемым районом считаются южное и юго-западное, причем в особенности в холодный сезон года. Причиной этому является колоссальное влияние Азиатского максимума как области высокого давления. В летний период Азиатский максимум исчезает, а в пределах территории его действия устанавливается область низкого давления, поэтому увеличивается повторяемость северных ветров. Средние годовые скорости ветров составляют $3,6-4,1$ м/с [39].

2.5. Поверхностные и подземные воды

На территории Западно-Сибирской равнины и, в частности, бассейнов исследуемых рек количество водоемов и водотоков достаточно велико, причем как поверхностных, так и подземных. Поверхностные воды представлены реками, озерами, прудами, болотами. На территории Томской области их общая площадь составляет около 7800 км² (2,5 % всей площади области) [20, 21].

Бассейны рек Кисловка и Порос относятся к бассейну Томи, который, в свою очередь, относится к бассейну Оби (см. рис 6). Площадь бассейна Пороса составляет 544 км², Кисловки – около 200 км². Длина Пороса равняется 57 км, Кисловки – 49 км. Средняя глубина Кисловки составляет $0,15-0,3$ м, Пороса – $0,3-0,5$ м [7]. По размерам бассейнов можно утверждать, что данные реки относятся к малым. В настоящее время под малыми реками понимаются такие, площадь бассейна которых изменяется в диапазоне $50-2000$ км², а также расположенные в пределах одной географической зоны или даже подзоны. Имеют как правило зональный гидрологический режим. Площадь бассейна средних рек составляет 2 тыс. – 50 тыс. км², больших – более 50 тыс. км² [25].

Кисловка образуется слиянием рек Жуковка и Еловка на границе ложбины древнего стока и второй надпойменной террасы Томи, среднее и нижнее течение Кисловки располагается в пойме Томи [26]. Также с Кисловкой в ее нижнем течении связывается протока Бурундук, которая недалеко от устья Кисловки впадает в нее. По разным данным, отрезок от места впадения протоки Бурундук до устья Кисловки или даже от места, где она связывается с Кисловкой, до устья Кисловки называется либо непосредственно рекой Кисловка [20], либо протокой Бурундук [35, 37]. Притоки Кисловки – ручьи и временные водотоки [26].

Порос берет свое начало на поверхности Обь-Томского междуречья, в его западной части, недалеко от села Киреевск. Примерно на границе среднего и нижнего течений Пороса его русло разрезает вторую надпойменную террасу Томи, а затем и ее пойму. Также в его бассейне, в нижнем течении расположены поверхности с грядово-мочажинным рельефом, созданные болотной аккумуляцией [9]. Самыми большими притоками Пороса являются реки Уптала (верхнее течение) и Куртук (нижнее течение), и обе реки – левые притоки. Кроме них в реку впадают и другие водотоки, которые, как и у Кисловки, чаще всего являются ручьями и временными водотоками [26].

Основные источники питания исследуемых рек – атмосферные осадки, причем главным источником является снег, хотя дожди также вносят вклад в их питание. По водному режиму Порос и Кисловка относятся к рекам с весенне-летним половодьем. При учете одновременно источников питания и водного режима выделяются климатические типы рек (классификация М.И. Львовича, 1964). Порос и Кисловка относятся к западно-сибирскому типу рек (преимущественно снегового питания с весенним половодьем). [11].

Но помимо питания атмосферными осадками в качестве источника выступают подземные воды. Процентное соотношение атмосферного и подземного источников питания составляет 60-90 % и 10-40 % соответственно, что говорит о преобладании атмосферного питания [26]. Тем не менее, исследуемые реки зависят от подземного питания. Зависимость выражается в том, что многие притоки обеих рек имеют как раз преимущественно подземное питание, а часто и полностью берут начало из-под земли.

В пределах бассейнов Кисловки и Пороса как таковые озера отсутствуют. Но фактически Кисловка в среднем течении, возле с. Тимирязевское, впадает в озеро Тояново и вытекает из него, из-за чего при взгляде на карту данной территории может создаться впечатление, что это естественное русло Кисловки. Такое же впечатление может создаться при рассмотрении нижнего течения Пороса, где его русло имеет ширину на порядок большую, чем в среднем и верхнем течениях: 30-50 м и 3-6 м и 0,5-3 м соответственно. Помимо озера Тояново в пойме Томи встречаются и другие озера. По происхождению озерной котловины они относятся к старичным, образовавшимся при отшнуровании излучин Томи. Таковым же является и нижнее течение Пороса – бывшей старицей Томи [42].

Тем не менее, водоемы в бассейнах Кисловки и Пороса присутствуют. Они имеют искусственное происхождение. К ним относятся пруды, созданные человеком в хозяйственных целях. Самыми крупными из них являются пруды на реке Кисловка в д. Кисловка и на реке Порос в д. Поросино. Также неподалеку от русла Кисловки, в ее

среднем течении, до недавнего времени располагалось озеро Калмацкое, которое было преобразовано в пруд [42, 43].

Обь-Томское междуречье и, в частности, бассейны Кисловки и Пороса расположены в юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. Воды бассейна заключены в толщах различного возраста: палеозойского и мезозойско-кайнозойского. Весь бассейн разделяется на гидрогеохимические зоны (В.А. Кирюхиным, Н.И. Толстихиным, 1987), одной из которых является зона пресных вод (0-1 г/л). Она приурочена к мезозойско-кайнозойским толщам, а конкретно к верхнепалеогеновым неогеновым и четвертичным. Воды данной зоны используют для водоснабжения. В геоморфологическом плане они составляют водоносный комплекс аллювиальных отложений поймы и надпойменных террас Томи, в том числе второй надпойменной террасы [11, 42].

Одним из видов вод данного комплекса является верховодка. Она формируется при инфильтрации атмосферных и поверхностных вод и играет важную роль в балансе вод бассейнов исследуемых рек. Водовмещающие отложения представлены мелкими песками и супесями. Залегают верховодка на разной глубине в зависимости от расчлененности рельефа и дренированности участков: от 3-5 м в пределах слабодренированных толщ до 10-15 м на хорошо дренированных участках. На исследуемой территории проявляется практически повсеместно, особенно в супесчаных и суглинистых толщах террасового комплекса и нижне-среднечетвертичных суглинистых и супесчаных отложениях тайгинской свиты [26, 38].

Другим видом вод водоносного горизонта четвертичных отложений являются воды террасовых отложений. Их влияние на баланс подземных вод можно оценивать как большее в сравнении с верховодкой, так как характер проявления верховодки непостоянен (изменчив в зависимости от количества осадков). Распространен данный вид вод в пределах поймы и второй надпойменной террасы реки Томь. Поэтому он оказывает воздействие на реки Кисловка и Порос, средние и нижние течения которых расположены на указанных геоморфологических единицах. Водовмещающими отложениями выступают песчано-гравийно-галечниковые отложения поймы Томи и ее второй надпойменной террасы. Мощности составляют 8-20 м [22].

2.6. Почвы и растительность

Почвообразующими в пределах бассейнов рек Порос и Кисловка выступают породы различного происхождения: аллювиального, озерно-аллювиального, водно-

ледникового и др.. Их генезис связан действием ЭПР в то геологическое время, когда формировались конкретные почвообразующие породы [11].

Почвообразовательный процесс в районе исследования характеризуется рядом особенностей: взаимосвязью со свойствами почвообразующих пород, а также взаимосвязью растительных сообществ с почвами и почвообразующими породами; суровостью климата, длительным промерзанием и оттаиванием почв; повышенной обводненностью территории [6].

В целом, по схемам почвенно-географического районирования Томской области бассейны исследуемых рек относятся к подзоне дерново-подзолистых и серых лесных оподзоленных почв [6]. Дерново-подзолистые и серые лесные относятся к автоморфным почвам и залегают на покровных суглинках второй надпойменной террасы Томи под пологом смешанных хвойно-лиственных, сосновых (дерново-подзолистые) и березово-осиновых (серые лесные) лесов. Мощность гумусового горизонта довольно высока: до 6-7 % и от 2,5-4 до 7 % соответственно [11].

Полугидроморфные и гидроморфные почвы характеризуются переизбытком влаги в них. Первые представлены серыми лесными глеевыми почвами, формирующимися под слабо заболоченными лугами и березовыми увлажненными лесами на второй надпойменной террасе Томи. Ко вторым относятся аллювиальные и болотные почвы. Они распространены в пределах пойм Томи и исследуемых рек. Характерными являются аллювиальные торфяно-глеевые почвы, формирующиеся под влажной лесной и кустарниковой растительностью на поймах Томи и исследуемых рек. Также выделяются аллювиальные дерновые почвы, образующиеся в условиях менее влажных на более высокой поверхности пойм Томи, Пороса и Кисловки под покровом злаковых лугов. Выражено проявление дернового процесса с ослаблением аллювиального [20, 21].

Таким образом, из всего многообразия почв наиболее плодородными в бассейнах рек Пороса и Кисловки являются дерново-подзолистые и серые лесные почвы [5].

Исследуемый район располагается в подтайге – подзоне мелколиственных лесов, (рис. 13) [23]. Она представляет собой южную полосу таежной зоны Западно-Сибирской равнины, которая не встречается больше в пределах умеренного пояса планеты.

Основным видом растительности является лесная. Она присуща поверхностям надпойменных террас Томи и междуречной равнины, среднего и нижнего течения Пороса и Кисловки. Ярчайший представитель лесной растительности – сосна обыкновенная – формирует боры: беломошники, зеленомошники, сфагновые сосняки и др.. Особенно они распространены на территории второй надпойменной террасы Томи. Темнохвойные леса, представленные кедром (сосной сибирской), елью сибирской, пихтой сибирской, хоть и

являются коренными для района исследования, в настоящее время локализируются лишь островками в его пределах у некоторых населенных пунктов: Поросино, Зоркальцево, Лаврово и др.. Часто они замещаются вторичными темнохвойно-березовыми и темнохвойно-осиновыми лесами [42].



Рисунок 13 – Природные зоны России [23]

Таковыми же для исследуемой территории являются березовые (рис. 14) и осиновые леса – вторичными. Они возникают на месте вырубок коренных лесов или по итогам пожара в них и представлены березой бородавчатой, березой пушистой и осинкой обыкновенной. В целом же, преобладающими являются смешанные березово-сосновые и сосново-березовые разнотравные леса, а также смешанные осиново-березовые разнотравные леса.

Кроме того, вторую надпойменную террасу и междуречье занимает луговая растительность. Она представлена суходольными лугами, возникшими на месте сведения лесов под пастбища. Покрывают такие луга в основном злаковыми (ежа сборная, коротконожка перистая, вейник наземный и др.) [11].

Пойменная растительность значительно отличается от таковой на надпойменных террасах Томи. Она же развивается в нижних течениях Кисловки и Пороса. Преобладающей растительностью является луговая. Она представлена заливными лугами. Они разделяются на настоящие и заболоченные. Их распространение взаимосвязано с микрорельефом поймы – гривами и межгривными понижениями. Настоящие луга развиваются на гривах и выровненных поверхностях пойм исследуемых рек, а

заболоченные – на днищах межгрядных понижений. Первые представлены злаковыми (мятлик луговой, овсяница луговая) и бобовыми (клевер белый, разные виды горошка), вторые – более влаголюбивыми осоковыми.



Рисунок 14 – Березовый лес с подлеском из сосны на поверхности междуречья (фото автора)

Также в пределах пойм Томи и исследуемых рек встречается лесная растительность. Она представлена заболоченными березовыми и осиновыми лесами. Но характерными для пойм являются ивовые заросли из ивы белой и др.. Они часто чередуются с заливными лугами [42].

Еще одним видом растительности в поймах Томи и исследуемых рек является болотная. В данном случае следует говорить о низинных болотах. Они имеют самую разную растительность в своем фоне и могут быть безлесными и с лесной растительностью: береза, ива, осина, сосна (согра); также могут быть мшистыми: сфагнум, гипновые мхи; осоковыми и др. [11].

Выводы. Таким образом, природные условия бассейнов рек Порос и Кисловка весьма разнообразны. Располагаясь в пределах Обь-Томского междуречья и юго-восточной части Западно-Сибирской равнины в целом, район исследования занимает уникальное местоположение.

Сложным является его геологическое строение: формирование происходило на протяжении трех структурных этапов, первый и второй из которых образовали фундамент

Западно-Сибирской плиты, а третий – ее платформенный чехол, верхними отложениями которого являются четвертичные. Блоки земной коры разделены глубинными разломами.

Рельеф в пределах бассейнов Кисловки и Пороса в основном аккумулятивный. Но в результате действия ЭПР проявляются эрозионные формы рельефа – долины рек, в том числе исследуемых, ложбины древнего стока, которые, как и некоторые русла рек, заложены вдоль разломов земной коры. Так отражается связь рельефа и геологического строения.

Климатические условия района исследования являются присущими умеренному климатическому поясу: господствует западный перенос воздушных масс, отмечается трансформирующая деятельность по отношению к воздушным массам подстилающей поверхности, количество солнечной радиации, получаемой территорией, является характерным для таких же широт.

Поверхностные воды представлены водосбором рек Порос и Кисловка, кроме того прудами и болотами, расположенными в их бассейнах. Подземные воды формируются юго-восточной частью Западно-Сибирского артезианского бассейна, водоносный горизонт четвертичных отложений, являющийся объектом водопользования, которого представлен водами террасовых отложений и верховодкой в пределах бассейнов Кисловки и Пороса.

Почвы исследуемого района являются как автоморфными, так и гидроморфными. К первым относятся дерново-подзолистые и серые лесные, распространенные на надпойменных террасах Томи и на междуречной равнине, ко вторым – аллювиальные дерновые и аллювиальные торфяно-глеевые, расположенные в поймах Томи, Кисловки и Пороса. Первые являются наиболее плодородными для исследуемого района – мощность гумусового горизонта достигает до 7 %. Растительность территории исследования также отличается характером и видовым составом в зависимости от положения ее на той или иной геоморфологической единице.

III. Влияние хозяйственной деятельности человека на русла малых рек на примере рек Порос и Кисловка

Бассейны рек распространены на планете повсеместно, но их расположение строго определяется орографическими границами крупных речных систем. Все речные системы имеют внутреннюю иерархическую структуру, состоящую из следующих элементов: малая река – средняя река – большая река – гидрологическая система. Что касается начального звена структуры – малых рек, то они и их бассейны являются первейшим объектом использования в хозяйственной деятельности человека [1].

Данный факт объясняет, почему человек издавна селился в пределах речных бассейнов и непосредственно русел рек. В ходе истории хозяйственная деятельность человека многократно изменялась, а ее влияние на природу расширялось. В XX в. оно достигло огромных масштабов и стало максимально разносторонним и затрагивающим все земные оболочки: атмосферу, биосферу, литосферу и гидросферу. К последней относится и влияние хозяйственной деятельности на реки, в первую очередь на их главный структурный элемент – русло. В пункте 1.3 главы I отражено многообразие влияния хозяйственной деятельности человека русловые процессы в руслах рек разного размера, в том числе и малых. Исследуемые реки – Порос и Кисловка – относятся к последним. И можно заметить, что антропогенная деятельность оказывает влияние на них, причем в течение длительного периода времени.

3.1. Из истории заселения и хозяйственного освоения бассейнов рек Порос и Кисловка

Первые достоверные сведения о людях, заселявших исследуемую территорию датируются 16-18 тыс. лет назад.

В неолите (V-III тыс. до н.э.) древние люди оставили памятники культуры в окрестностях г. Томск, «Усть-Порос» в долине р. Порос и др. [4].

Вплоть до XVII в. исследуемая территория испытывала минимальное антропогенное воздействие. XVII в. знаменуется началом освоения Сибири, в том числе и долины р. Томь. В 1604 г. был построен г. Томск. Новому городу требовалось продовольствие в связи с растущим населением. Уже к середине XVII в. в долине р. Томь сложилась сеть земледельческих районов. Заимки, созданные ранее недалеко от Томска, превращались в деревни.

В начале XVIII в. в связи с реформами Петра I началось активное заселение крестьянами исследуемых территорий. К 1782 г. в долине р. Томь вблизи Томска

числилось более 30 крупных поселений, в том числе деревни Быкова, Зеркальцова (р. Порос), Кислова, Петрова (р. Кисловка). Основной специализацией населения было земледелие. К 1858 г. на р. Порос появились также деревни Лаврова, Верхне-Сечинова, Нижне-Сечинова, Поросская, Ново-Поросская, Коламина, Берескина [21].

В целом, во второй половине XIX в. отмечается появление хозяйственной специализации населенных пунктов. Развивается коневодство (с. Зоркальцево, дер. Петрова, Быкова, Коломина), и др. с/х отрасли. Также происходит индустриализация территории (появление парохозяйства, затем Транссибирской ж/д).

В начале XX в. отмечалось резкое увеличение объемов вырубки лесов вследствие строительства. Постепенно это приводило к усиленному развитию овражной эрозии по причине того, что склоны лишались естественной преграды эрозионным процессам – лесной растительности.

После Великой Отечественной войны исследуемая территория претерпевала растущий процесс урбанизации, вследствие чего многие деревни исчезли (Быково, Попадейкино), также почти из всех из них происходил отток населения (Коломино, Кисловка, Петрово, Зоркальцево, Поросино).

Во второй половине XX в. сильно увеличились территории распаханых участков (в районе с. Зоркальцево и др.). Также были построены для нужд сельскохозяйственные пруды (на р. Порос в д. Поросино, в д. Лаврово, в районе д. Верхнее Сеченово) [31].

Таким образом, можно заключить, что хозяйственная деятельность человека в пределах бассейнов рек Порос и Кисловка развивается издавна и исчисляется задолго до освоения их русским населением. Но влияние данной деятельности на природу было незначительным, ограничивалось лишь примитивным водопользованием [4].

С приходом русского населения начинается активное сельскохозяйственное освоение территории и одновременно возрастающее ее заселение. Впервые леса начали вырубаться в больших масштабах, а на их месте и на лугах развиваться выпас скота и пашенное земледелие. В ходе истории для орошения пашни стали строиться дамбы и плотины с целью запруживания водотоков. Кроме того, по мере заселения территории и развития технологий строились различные коммуникации, главными из которых являлись дороги и обеспечивающие их функционирование в пределах русел рек мосты. В дальнейшем появляются ЛЭП и трубопроводы [21].

В целом, за исследуемый период истории влияние хозяйственной деятельности на Порос и Кисловку увеличивалось и приобретало новые формы проявления. В результате этого русла исследуемых рек претерпели изменения по разным показателям.

Из перечисленных видов влияния антропогенной деятельности на русла рек в пункте 1.3 главы I наибольшее распространение в бассейнах рек Порос и Кисловка имеют: вырубка лесов и распашка земель (косвенное влияние) (см. табл. 1); водозабор с целью водопотребления и водоотведение в бытовых и хозяйственных целях; строительство мостов; строительство дамб и плотин с целью создания прудов (прямое влияние) (см. табл. 1).

Вся совокупность данных видов воздействия повлияла на изменения русловых процессов, а именно на изменения горизонтальных деформаций русел Кисловки и Пороса. В целом же, горизонтальные деформации являются динамической частью русловых процессов и протекают в естественном состоянии. Но антропогенное влияние вносит свои коррективы, нарушая ритм горизонтальных деформаций, в дальнейшем тем самым меняя плановые очертания реки, морфометрические показатели русла, в том числе его ширину.

Работа проводилась на основе анализа ряда картографических источников: «Подробных планов реки Томи...» 1896 г. [20], карта 1986 г. [36], карта 1972 г. [35], карта 2002 г. [38] – и космического снимка спутниковой системы Landsat 8 2021 г. [15].

3.2. Косвенное влияние хозяйственной деятельности человека на русла рек Порос и Кисловка

Косвенное влияние антропогенной деятельности на русла рек проявляется в виде вырубки лесов в бассейнах Кисловки и Пороса и распашки земель под вырубленными лесами и лугами. Четко прослеживаются последствия воздействия хозяйственной деятельности человека. Они выражаются в усилении эрозии почв на пашне по сравнению с лугом и на пастбище по сравнению с лугом или лесом, который произрастал до вырубки. Усиленная антропогенной деятельностью эрозия почв приводит к сносу избыточного количества материала в русла рек, в данном случае, малых. Это приводит к заилению их, деградации, вплоть до действия водотока только во время половодий и пересыхания до и после них.

При работе с «Подробными планами...» [20] из земель, которые использует человек, были взяты только огороды в населенных пунктах. В бассейне Пороса такими населенными пунктами являются деревни Коломино и Быково, где площадь огородов составляет 18,935 га, а в бассейне Кисловки – деревня Попадейкино, мельница Пастуховой и мельница Родикова, из которых две последних располагались в районе современных с. Тимирязево и с. Держинское соответственно. Площадь огородов в

данных населенных пунктах равнялась 22,265 га. Пашни на «Подробных планах...» [20] выявлено не было, а пастбища занимали небольшие площади неподалеку от перечисленных населенных пунктов.

По топографической карте масштаба 1:200000 2002 г. (рис. 15) [38] были измерены площади сельскохозяйственных угодий, в частности пашни и пастбищ, в пределах бассейнов Пороса и Кисловки (табл. 3).

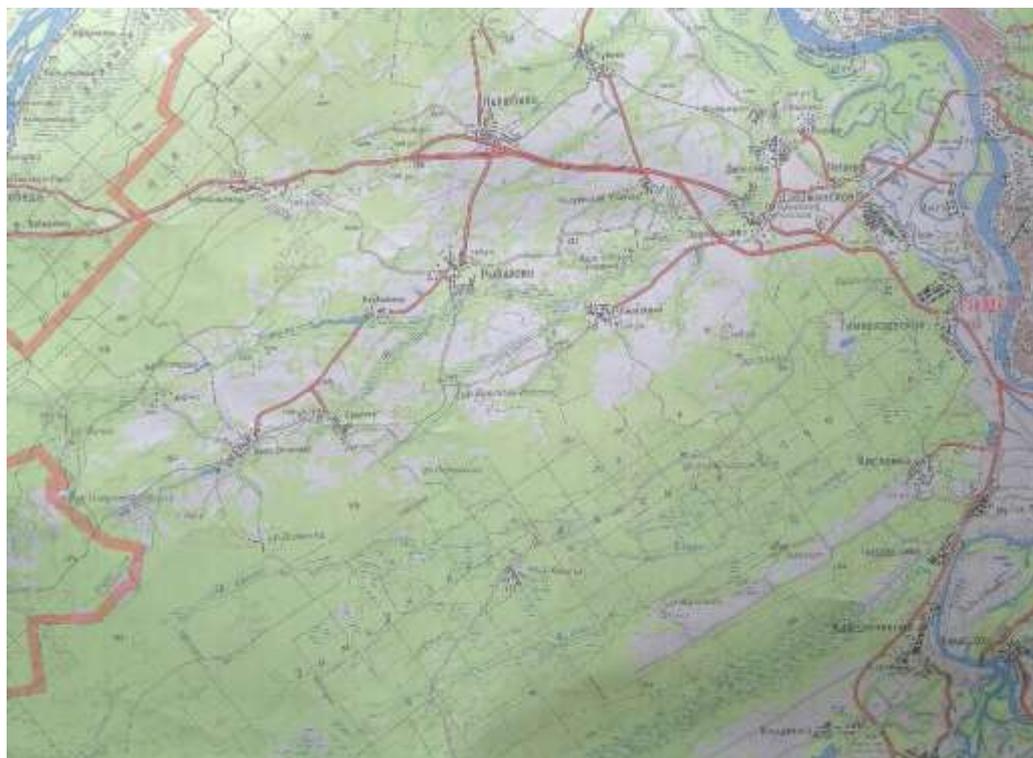


Рисунок 15 – Бассейны рек Пороса и Кисловки на фрагменте топографической карты масштаба 1:200000 2003 г. [38]

Таблица 3 – Современная площадь сельскохозяйственных угодий (пашни и пастбищ) в бассейнах рек Кисловка и Порос (составлена автором)

Название реки	Площадь бассейна $S_{\text{бас}}$, км ²	Площадь сельскохозяйственных угодий $S_{\text{с/х}}$, км ²	Процентное соотношение $S_{\text{с/х}}$ и $S_{\text{бас}}$
Порос	544	287,02	52,76
Кисловка	200	71,04	35,72

Анализ таблицы показывает, что в бассейне Пороса площадь пашни и пастбищ равна 287,02 км², а в бассейне Кисловки – 71,04 км². Относительно площади бассейнов, которые составляют 544 км² и 200 км² соответственно, площадь исследуемых сельскохозяйственных угодий в бассейне Пороса равняется 52,76 %, а в бассейне Кисловки – 35,72 %, что является в обоих случаях высоким показателем. Проведенный анализ картографических материалов и его результаты говорят о том, что, судя по

«Подробным планам...» [20], площади пастбищ и пашни в 1896 г. были намного меньшими, чем по состоянию на 2002 г.. Это видно при сравнительном анализе данных картографических источников. В 1896 г. пашни были представлены лишь огородами в населенных пунктах, а пастбища располагались в пределах естественных лугов или же появившихся на месте немногочисленных и в разы меньших по масштабам в то время вырубок лесов по сравнению с нынешними. В 2002 г. площади данных сельскохозяйственных угодий увеличились в разы, причем они разрабатываются не только на естественных лугах, но и на месте вырубок лесов, которые производились особенно в больших масштабах в XX в.. Данный вывод сделан по причине того, что в верхнем и среднем течении Пороса и Кисловки главным видом растительности является лесная (см. пункт 2.6 Главы II). Луговая растительность также присутствует, но развивается на сравнительно меньших площадях исследуемой территории. Она является основной в поймах Томи и исследуемых рек. Но особенностью пойменных лугов является их переувлажненность и зачастую заболоченность. Поэтому на карте 2002 г. видно, что сельскохозяйственные угодья в пределах нижнего течения рек, особенно Пороса, отсутствуют.

Другим видом влияния на исследуемую территорию является водозабор, осуществляемый с целью водоснабжения (химическая и нефтехимическая промышленность, производство стройматериалов, тепло- и электроэнергетика) и водопотребления (хозяйственно-бытовые цели). В первом случае используются воды реки Томь; во втором же ее воды также можно использовать для данных целей, но прежде их нужно пропустить через очистные сооружения. Целесообразней стало решение использовать подземные воды [29].

Бассейны рек Кисловка и Порос дренируют Обь-Томское междуречье, расположенного в пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна. С 1973 г. в пределах Обь-Томского междуречья производится забор подземных вод для водоснабжения г. Томска и прилегающих районов. И так как исследуемые реки являются притоками Томи, водозабор, действующий на этой территории, отражается на Кисловке и Поросе. Это происходит по причине того, что постоянный водозабор приводит к понижению уровня подземных вод, и так формируется депрессионная воронка. Вследствие этого многие притоки Кисловки, а особенно Пороса, являющиеся, в том числе, и ручьями, берущими начало из-под земли, перестают получать питание и пересыхают. И хотя доля подземного питания исследуемых рек невелика (в среднем 25 %), их водность снижается, а затем они сужаются и мелеют, что постепенно приводит к такому же

результату, что и воздействие лесного и сельского хозяйства – реки пересыхают и действуют только во время половодий благодаря атмосферному питанию [22].

Кроме того, в сельских населенных пунктах, расположенных в долинах Пороса и Кисловки, производится водозабор в хозяйственно-бытовых целях из исследуемых рек. Так как водозабор происходит для орошения пашни, занимающей большие площади, водность рек также сильно снижается. Последствия схожи с предыдущим примером.

Помимо воздействия антропогенной деятельности на бассейны Пороса и Кисловки оно также происходит и непосредственно на их русла.

3.3. Прямое влияние хозяйственной деятельности человека на русла рек Порос и Кисловка

По классификации инженерных сооружений и мероприятий по форме и длительности воздействия на русла рек, согласно К.М. Берковичу (2001) (табл. 1), к прямой форме воздействия в пределах бассейнов Пороса и Кисловки относятся мостовые переходы и плотины.

Мостовые переходы являются в настоящее время основным средством переправы через реки, что говорит о необходимости их строительства. Но при проектировании моста нужно учитывать, помимо всего прочего, характер и направление русловых деформаций отрезка русла, чтобы мост мог эксплуатироваться долгое время, не подвергаясь размыву. Часто не все нюансы учитываются или прогноз русловых деформаций делается неправильно, что приводит к размыву берегов в непосредственной близости от моста или даже его опор и, как результату, его разрушению.

Скорость и сила размыва зависит от того, насколько искусственно сужается русло в створе мостового перехода: чем сильнее оно сужено, тем больше вероятность изменения конфигурации берегов и глубины дна вблизи моста вследствие общего размыва русла и изменения глубины дна под мостовыми опорами вследствие его местного размыва [45].

В бассейнах рек Кисловка и Порос насчитывается около 7 крупных мостов в общем, из них 4 проходят через Порос и 2 – через его притоки, а 4 – через Кисловку и по одному через Жуковку и Еловку [42, 43, 44]. Можно сказать, что количество мостов не столь большое. Оно является таковым по причине малого количества населенных пунктов в их бассейнах. При этом из истории освоения и заселения данной территории можно понять, что количество населенных пунктов было большим, но количество мостов не превышало сегодняшнее. Это является следствием того, что транспортные коммуникации

были развиты в гораздо меньших масштабах, и переправами через реки служили паромы (река Томь, 1896 г. район современного Коммунального моста) или броды (малые реки).

Так как мостовые переходы по классификации пространственных изменений русловых процессов (табл. 2) производят местное изменение русловых процессов, их влияние на общие морфометрические характеристики и плановые очертания русел исследуемых рек сказывается на участках в районе мостов. Тем не менее, локальные морфометрические характеристики (ширина, глубина) и плановые очертания меняются. Данное изменение хорошо проиллюстрировано на примере моста через Порос в районе с. Зоркальцево (рис. 16).



Рисунок 16 – Размыв берега с подступлением к опорам моста через реку Порос (фото автора)

На рисунке видно, что противоположный берег Пороса испытывает деформацию – происходит его размыв. Но данная ситуация не была бы опасной, если бы водные потоки не добрались до мостовых опор. В дальнейшем будет продолжаться размыв противоположного берега, и со временем это приведет к тому, что все опоры будут находиться непосредственно в русле, постоянно обтекаемые водными потоками и постепенно разрушаясь. Процесс размыва происходит и у противоположной опоры. Также видно направление плановых деформаций русла Пороса, при которых русло пытается вернуться в естественное состояние, которое было до небольшого спрямления и строительства моста.

Другим немаловажным примером прямого влияния хозяйственной деятельности человека на русла исследуемых рек является строительство плотин в пределах русел с целью их запруживания. Запруживание производится для обеспечения водой – орошения – пашни, так как естественное русло реки может иметь неудобную конфигурацию для осуществления водозабора. Таким образом, пруды являются частью системы водозабора.

Если проводить аналогию с влиянием строительства гидроузлов, то строительство плотин через русла рек приводит к тому, что русло реки разделяются на бьефы: верхний и нижний. В верхнем бьефе формируется пруд – сток воды замедляется, и происходит разлив реки; в нижнем бьефе водность реки резко понижается, что и является самым пагубным последствием данного вида воздействия. Так как объем воды, ранее поступавший в приемный бассейн, уменьшается, понижается и водность реки, а далее в какой-то степени она понижается и у приемного бассейна.

Примером могут служить пруды на притоках Пороса и Кисловки. Размер прудов на притоках меньше, чем таковой у прудов, созданных на исследуемых реках. Это значит, что влияние строительства плотин сказывается на них более серьезно и приводит зачастую к пересыханию рек. В целом, количество прудов в бассейнах Пороса и Кисловки насчитывает 11, практически все они расположены в бассейне Пороса. На реке Порос самыми большими являются пруды в д. Поросино, д. Лаврово (рис. 17) и д. Верхнее Сеченово; на его притоке – реке Уптала – в д. Карбышево (рис. 18).



Рисунок 17 – Пруд на Поросе в д. Лаврово (фото автора)

В бассейне Кисловки пруды распространены меньше, в основном водозабор ведется из самого русла реки.



Рисунок 18 – Пруд на Уптале в д. Карбышево (фото автора)

Таким образом, можно сказать, что каждый из рассмотренных видов воздействий антропогенной деятельности влияет на русла рек, хотя и производится это воздействие может косвенно или напрямую. Влияние на русла рек заключается в изменении их морфометрических параметров, прежде всего ширины русла, и плановых очертаний.

3.4. Изменение плановых очертаний русел рек Кисловка и Порос

В ходе работы с «Подробными планами...» были выделены несколько ключевых участков: 4 для Пороса и 4 для Кисловки. На них проводились измерения ширины русел каждой из рек на Подробных планах и космоснимке (табл. 4). Все замеры по ключевым участкам производились вниз по течению в пределах русла. Затем был произведен сравнительный анализ изменения ширины русла и его конфигурации с 1896 г. по настоящее время, в результате которого были выявлены существенные изменения планового очертания русел исследуемых рек.

Таблица 4 – Изменение ширины русел рек Порос и Кисловка с 1896 г. по 2021 г. (составлена автором)

Ключевой участок	Год наблюдения	Ширина русла, м	Примечания
<i>Река Порос</i>			
№1	1896 г.	7,5	Рис. 19 (а)
		13	Рис. 19 (а)
		10	Рис. 19 (а)
		25	Рис. 19 (а)
	2021 г.	4	Рис. 19 (б)
		4,1	Рис. 19 (б)
		4,73	Рис. 19 (б)
		5,5	Рис. 19 (б)
№2	1896 г.	63,3	Рис. 20 (а)
		90	Рис. 20 (а)
		87,5	Рис. 20 (а)
	2021 г.	55	Рис. 20 (б)
		66,9	Рис. 20 (б)
		80,2	Рис. 20 (б)
№3	1896 г.	103	Рис. 21 (а)
		60	Рис. 21 (а)
	2021 г.	75,2	Рис. 21 (б)
		72,3	Рис. 21 (б)
№4	1896 г.	62	Рис. 22 (а)
		40	Рис. 22 (а)
	2021 г.	64,4	Рис. 22 (б)
		17	Рис. 22 (б)
<i>Река Кисловка</i>			
№1	1896 г.	90	Рис. 23 (а)
		110	Рис. 23 (а)
		33	Рис. 23 (а)
	2021 г.	66,3	Рис. 23 (б)
		110	Рис. 23 (б)
		11	Рис. 23 (б)
№2	1896 г.	33	Рис. 24 (а)
		50	Рис. 24 (а)
	2021 г.	24	Рис. 24 (б)
		50,75	Рис. 24 (б)
№3	1896 г.	60	Рис. 25 (а)
		45	Рис. 25 (а)
		90	Рис. 25 (а)
	2021 г.	65,65	Рис. 25 (б)
		37	Рис. 25 (б)
		77,4	Рис. 25 (б)
№4	1896 г.	110	Рис. 26 (а)
		153	Рис. 26 (а)
		140	Рис. 26 (а)
	2021 г.	55,4	Рис. 26 (б)
		127	Рис. 26 (б)
		31,9	Рис. 26 (б)

Из таблицы 4 видно, что за период с 1896 г. по 2021 г. русла обеих рек претерпели изменения их ширины и плановых очертаний на каждом из выбранных ключевых участков. Так, в пределах русла реки Порос на ключевом участке №1 (рис. 19) отмечаются малые величины его ширины.

За исследуемый период ширина русла изменилась во всех четырех точках замера, причем на четвертом из них значения между годами разнятся практически в 5 раз – 5,5 м и 25 м. Возможно, это связано с невозможностью определить реальную ширину в данной точке при дешифрировании космоснимка. Но что касается плановых деформаций русла Пороса, то они происходили в разных направлениях, поэтому его плановые очертания поменялись в достаточной степени, что отражается в изменении рисунка меандрирования.

На ключевом участке №2 в русле Пороса (рис. 20) хорошо видно его расширение по сравнению с предыдущим участком. Но за исследуемый период произошло сужение русла.

Самым существенным изменением можно называть таковое у третьего по счету замера – 90 м и 66,9 м. Разница между другими замерами не столь велика, но достаточна. На данном отрезке русла за исследуемый период времени произошло его спрямление.

На ключевом участке №3 (рис. 21) ширина русла увеличивается еще больше, но при этом за исследуемый период времени наблюдается сужение русла в первой точке замера.

Что касается второй точки, то в ней ширина русла в 2021 г. оказалась большей по сравнению с таковой в 1896 г.: 72,3 м и 60 м соответственно. Как и на предыдущем ключевом участке, произошло спрямление исследуемого отрезка русла.

Последним является ключевой участок №4, отображающим устьевой район русла Пороса (рис. 22). В целом, данный участок характеризуется сужением русла, несмотря на то, что в устье ширина русла любой реки, как правило, достигает максимальных значений.

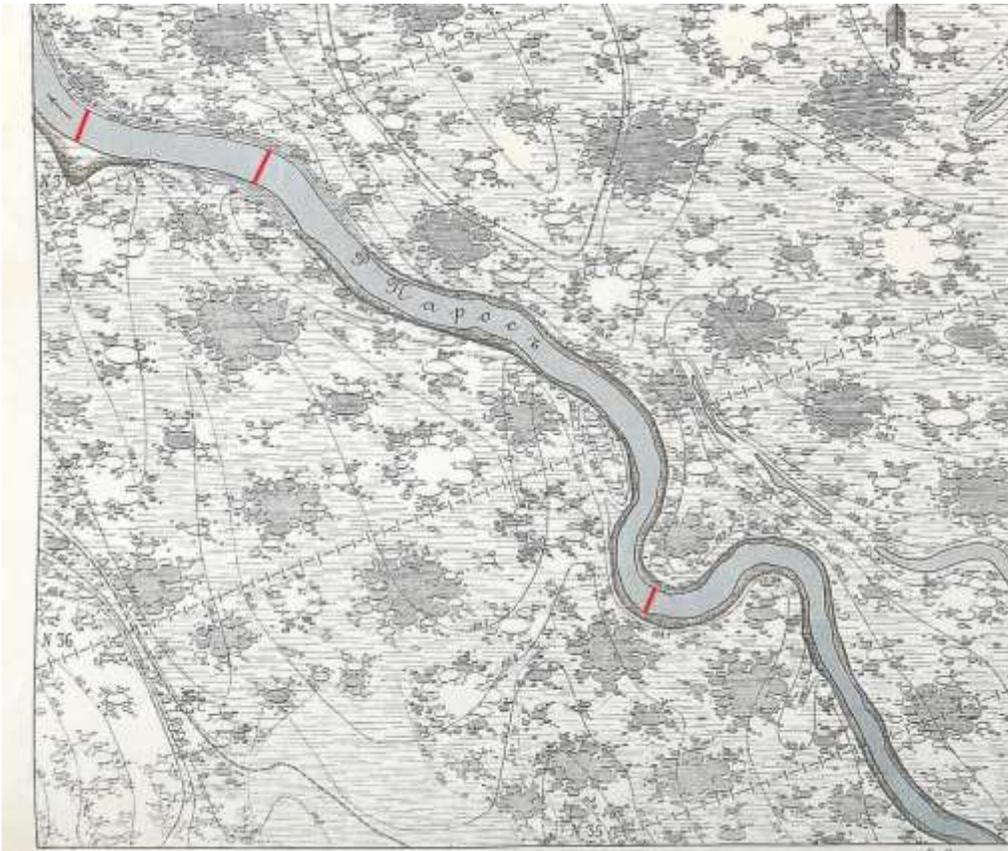
Если в первой точке замера за исследуемый период отмечается расширение русла (62 м и 64,4 м), то непосредственно в устье русло реки сужается больше, чем вдвое – 40 м и 17 м. Данный процесс происходит по причине аккумуляции наносов в пределах русла в устье как в последней подсистеме ЭРС. Плановые очертания русла Пороса существенно не изменились.



а

б

Рисунок 19 – Ключевой участок №1: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]



а



б

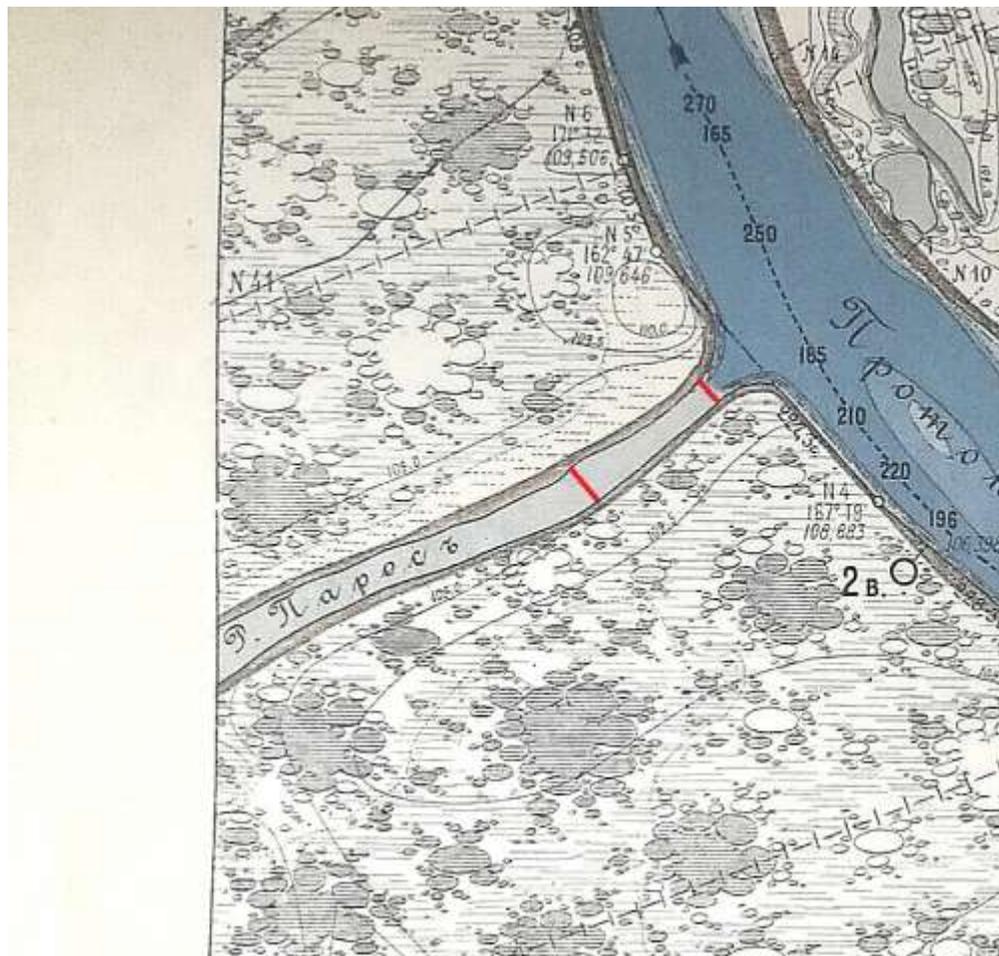
Рисунок 20 – Ключевой участок №2: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]



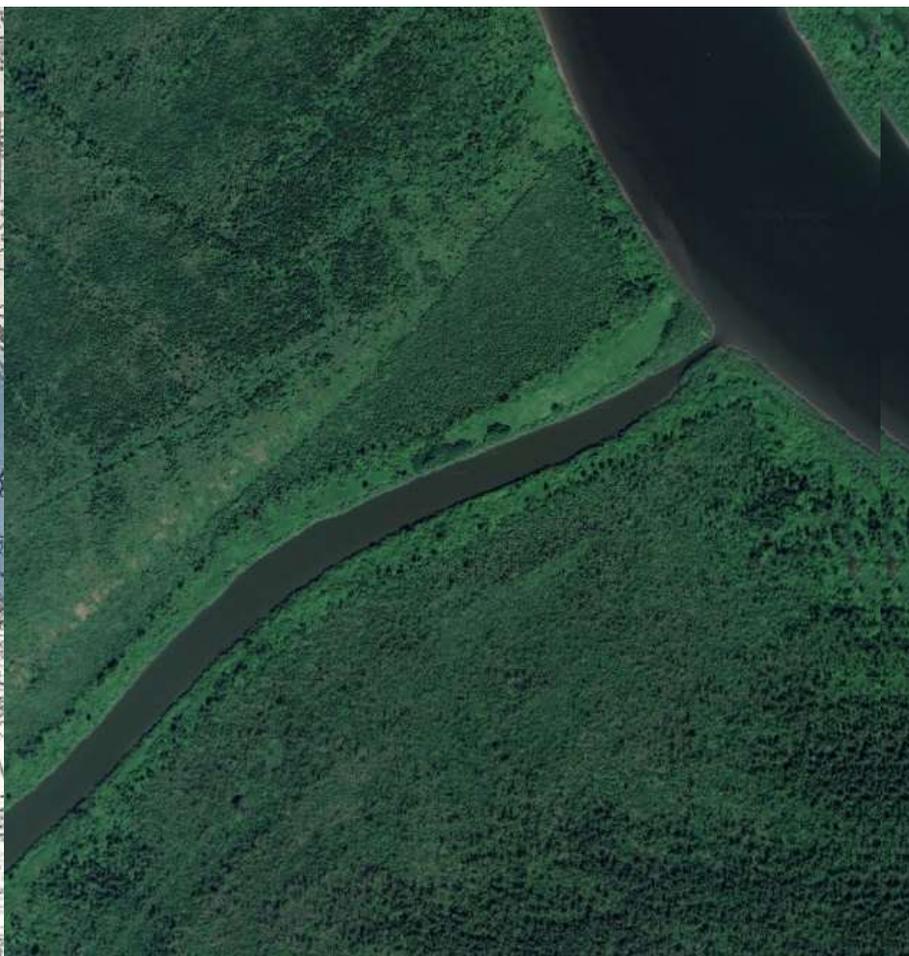
а

б

Рисунок 21 – Ключевой участок №3: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]



а



б

Рисунок 22 – Ключевой участок №4: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]

В целом, можно заключить, что за период с 1896 г. по 2021 г. ширина русла Пороса изменилась в достаточной мере. По ключевым участкам видно, что в основном оно сужалось. Что касается плановых деформаций, то особые перемены претерпел отрезок русла на ключевом участке №1 – изменившийся рисунок его излучин говорит об этом. Отрезки русла на ключевых участках №2 и №3 стали более спрямленными, русло на ключевом участке №4 существенно не поменяло свою конфигурацию.

Русло реки Кисловки претерпело не меньшие изменения ширины и плановых очертаний по сравнению с руслом реки Порос, но оно имеет свои особенности. Так, на ключевом участке №1 отмечается продолжение русла Кисловки в пределах озера Тояново (рис. 23).

В третьей точке замера русла значения разнятся за 1896 г. и 2021 г. в 3 раза: 33 м и 11 м. На исследуемом отрезке русла происходили его горизонтальные деформации, о чем говорит усложнившийся рисунок излучин.

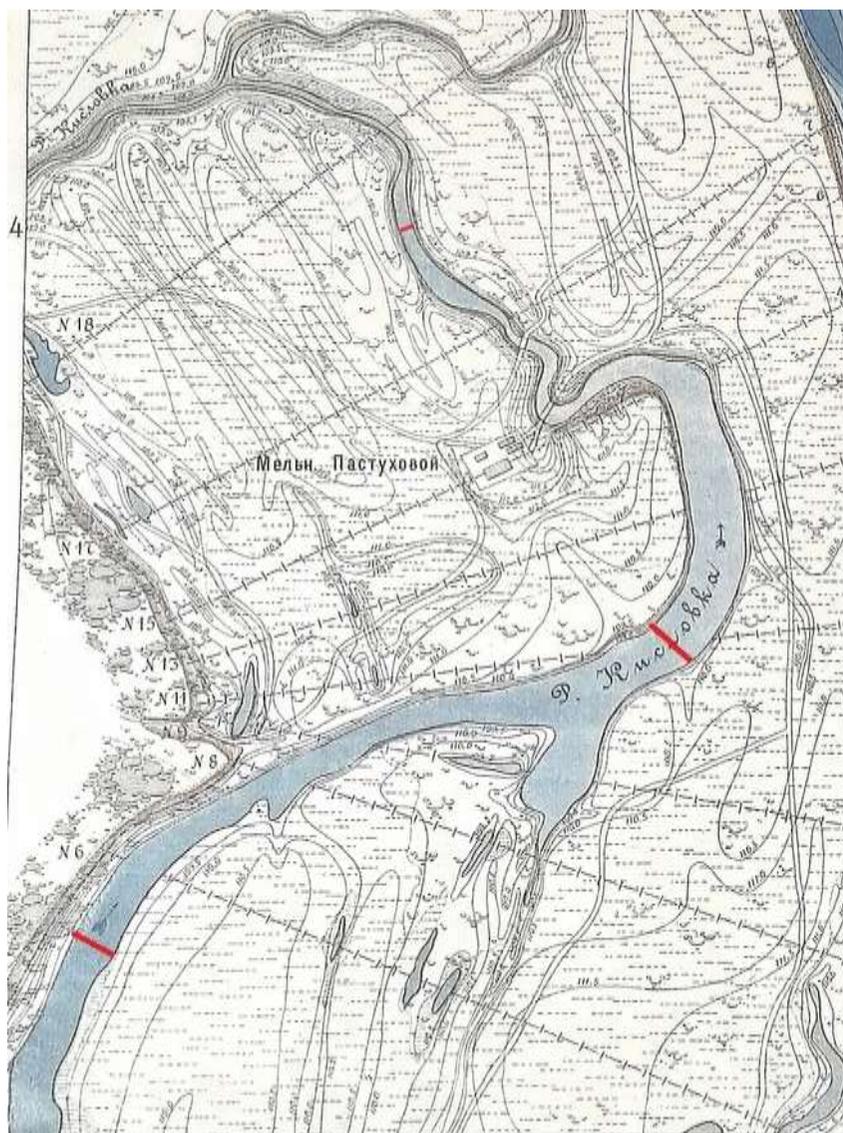
В пределах ключевого участка №2 происходит слияние реки Кисловка и протоки Бурундук (рис. 24). Причины ветвления русла Кисловки, если оно таковым является, неизвестны. По сравнению с предыдущим ключевым участком ширина русла Кисловки выросла.

В первой точке замера русла произошло его сужение за исследуемый период времени: с 33 м до 24 м. Но во второй точке ширина русла увеличилась, хоть и не намного: с 50 м до 50,75 м. Причиной этому является слияние рукавов с излучиной выше точки замера, соединявших протоку Бурундук с Кисловкой, с ее основным руслом. Тем не менее, если бы данного слияния не произошло, то ширина русла реки также уменьшилась бы. Таким образом, происходили плановые деформации русла Кисловки.

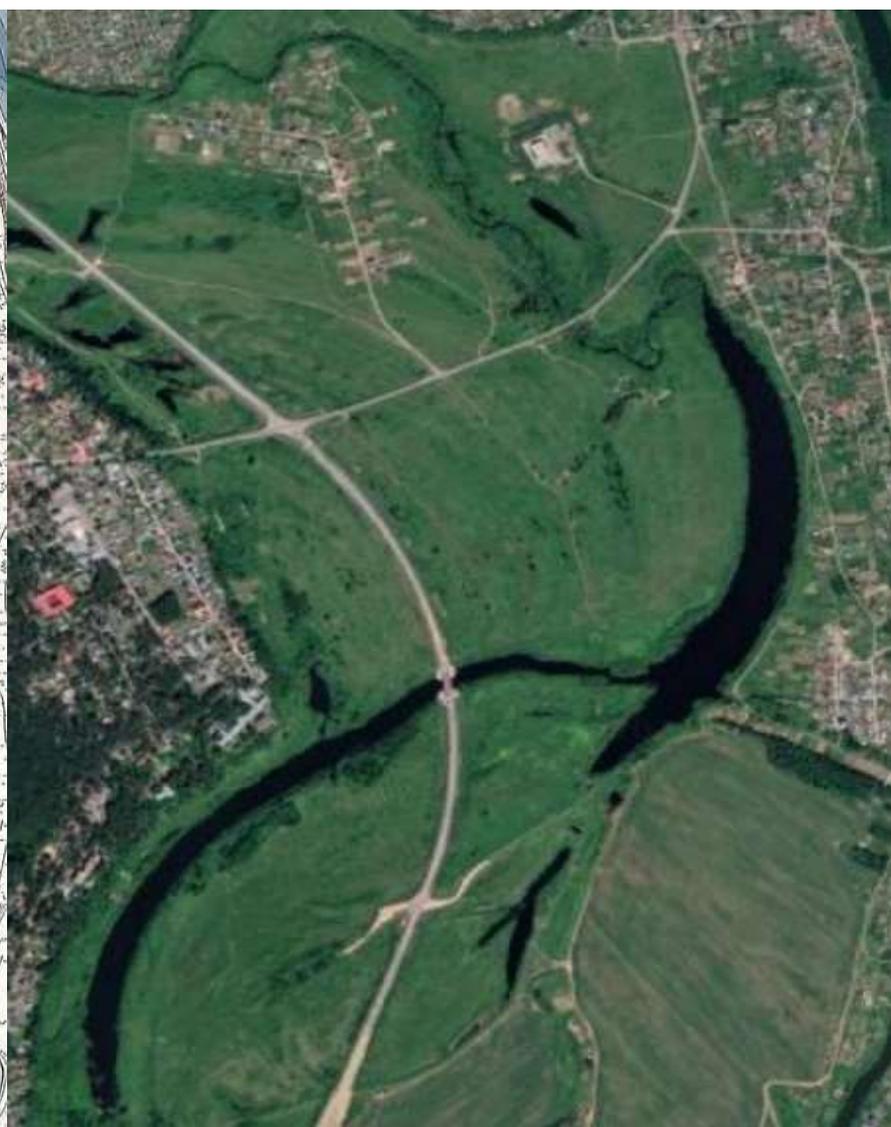
На ключевом участке №3 (рис. 25) ширина русла также увеличивается в сравнении с ключевым участком №2.

При этом во времени русло изменяется неодинаково: ширина в первой точке замера увеличилась с 60 м до 65,65 м., а во второй и в третьей – уменьшилась (45 м – 37 м и 90 м – 77,4 м). Вторая точка замера расположена в русле протоки Бурундук, поэтому ширина русла в ней меньше, чем ширина русла в остальных точках измерения. Очертания русла в плане изменились в сторону его спрямления, что особенно выделяется в пределах большой излучины, где находится вторая точка, и производятся замеры.

Ключевым участком №4 выступает устьевая часть русла Кисловки. На данном отрезке русла происходит впадение протоки Бурундук в реку, а также сама Кисловка впадает в Томь (рис. 26). Как и в ситуации с Поросом, русло Кисловки сужается на данном отрезке, но в 1896 г. это не было настолько серьезно, как в 2021 г..

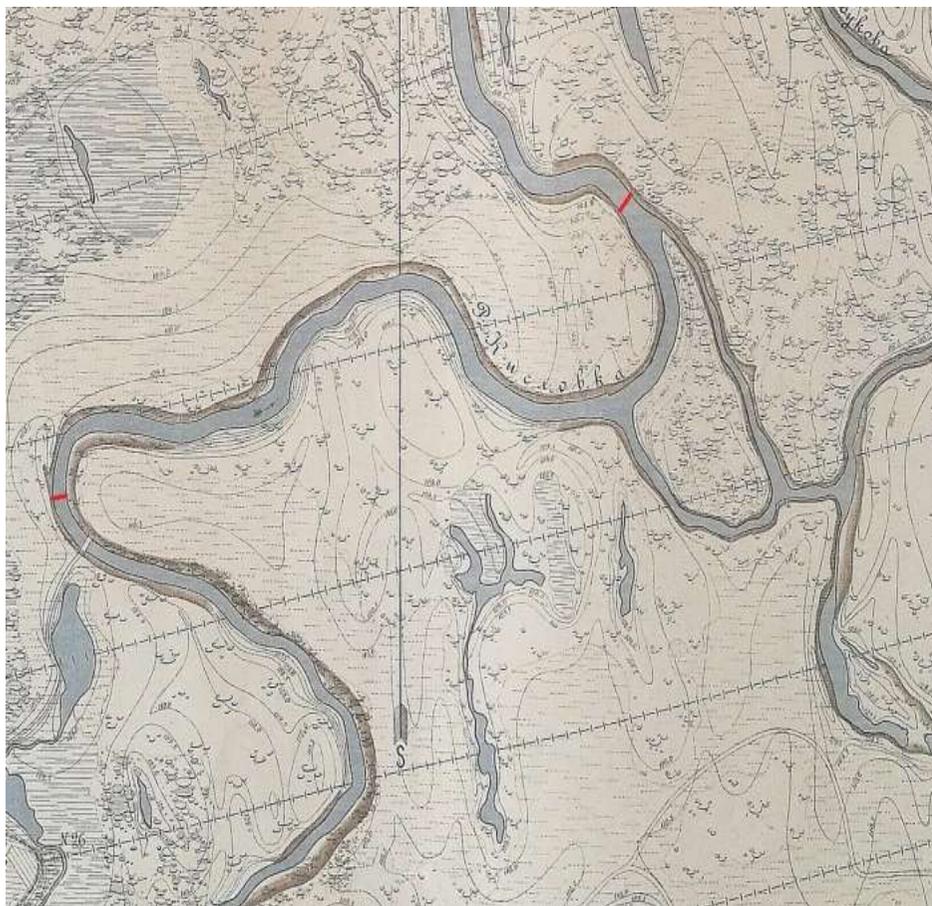


а

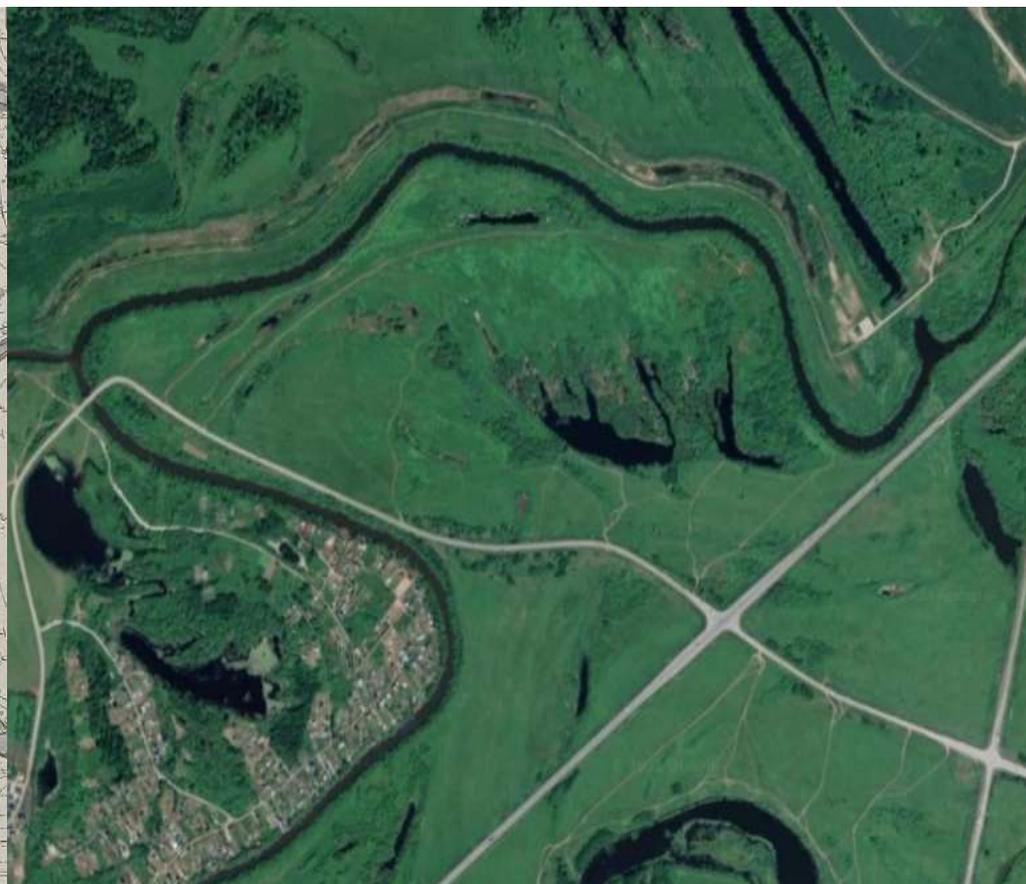


б

Рисунок 23 – Ключевой участок №1: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]



а



б

Рисунок 24 – Ключевой участок №2: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]

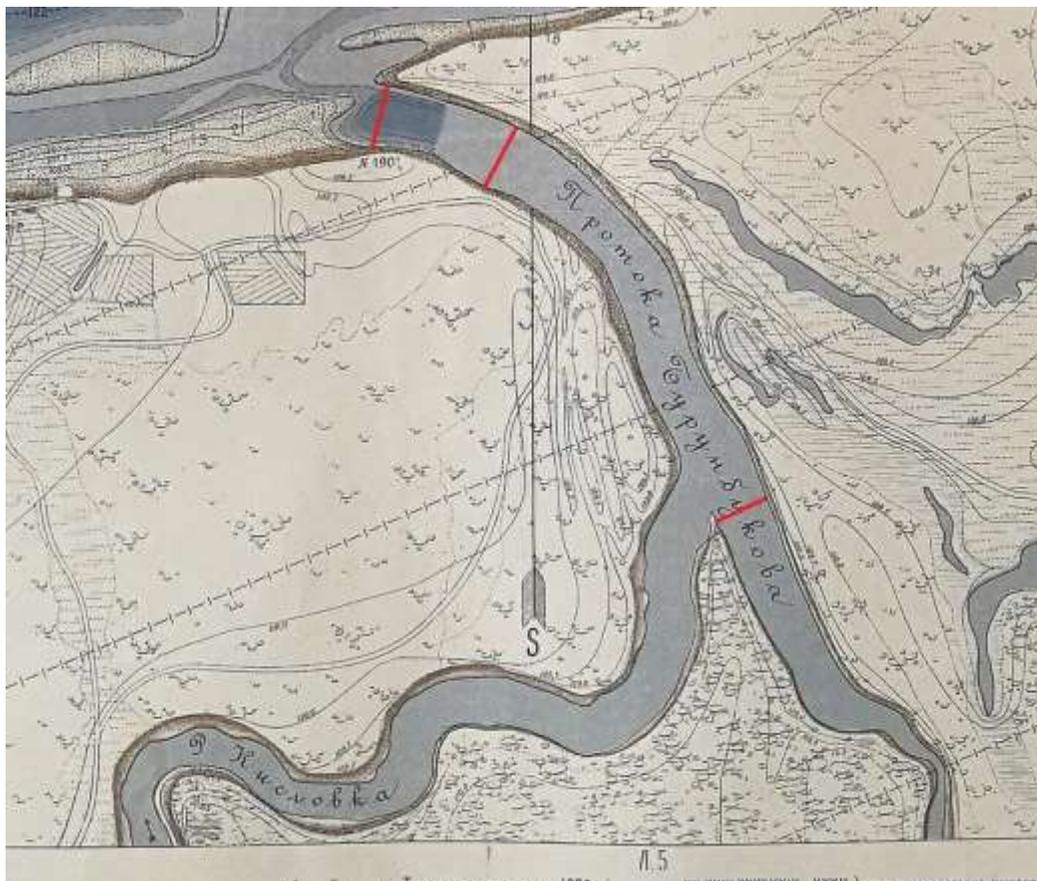


а

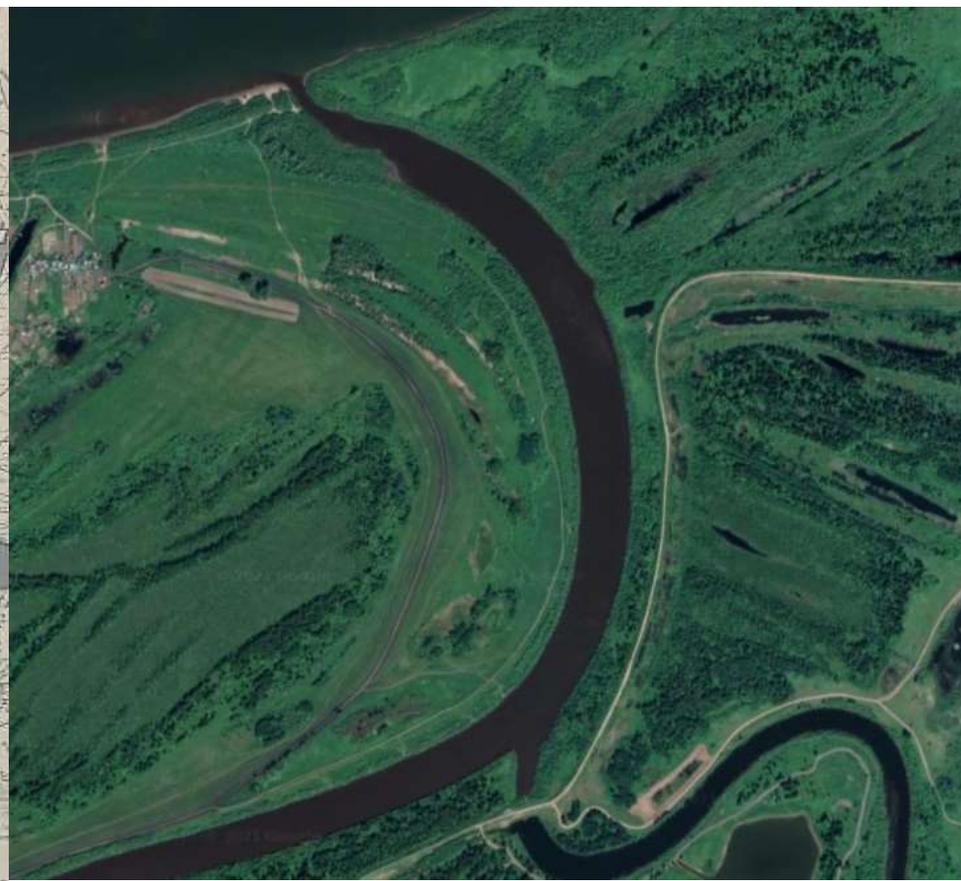


б

Рисунок 25 – Ключевой участок №3: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]



а



б

Рисунок 26 – Ключевой участок №4: а) на «Подробных планах...» 1896 г.; б) на космоснимке Landsat 8 2021 г. [15, 20]

Замеры устья Кисловки за исследуемый период времени разнятся практически в 6 раз: 170 м и 31,9 м. Это является следствием аккумуляции наносов в устьевой части рек, транспортируемых из верхних звеньев ЭРС. Несмотря на то, что сужение происходит по такому же принципу, что и на Поросе, оно характеризуется большим масштабом проявления. Что касается горизонтальных деформаций русла Кисловки, то особенно поменялись плановые очертания на отрезке впадения протоки Бурундук – ее устье сместилось выше по течению в русле Кисловки.

В целом, можно заключить, что в период с 1896 г. по 2021 г. ширина русла Кисловки претерпела достаточные его изменения. Ключевые участки иллюстрируют их, показывая, что русло сужалось со временем. Горизонтальные деформации проявились на каждом из отрезков русла Кисловки, но особенно большое изменение плановых очертаний оно получило в районах вытекания и впадения протоки Бурундук. Отрезок русла на ключевом участке №1 также испытывал влияние плановых деформаций, что отражено в измененном рисунке его излучин, а на отрезке русла в пределах ключевого участка №3, оно, наоборот, спрямляется.

Выводы. В заключении можно сказать, что малые реки и их бассейны являются важнейшим объектом природы, который поэтому используется человеком в своих хозяйственных целях. Человек издавна селился в долинах рек. Исключением не являются и реки Порос и Кисловка.

До прихода русского населения в Сибирь влияние на реки и их русла происходило в незначительной степени. С началом освоения им исследуемой территории начали вырубаться леса в больших масштабах, пастись скот и использовать пашенное земледелие, что привело к превращению территорий, где вырубил лес, а также естественных лугов, в пастбища и пашни. С развитием транспортных коммуникаций стали строиться мосты через исследуемые реки. Со временем появились системы водозабора, необходимые для обеспечения водой населения близлежащих районов. Для нужд сельского хозяйства русла рек перегораживали плотинами, в результате чего образовывались пруды, которые было удобно использовать для орошения пашни.

На сегодняшний день русла Пороса и Кисловки подвергаются различным видам влияния хозяйственной деятельности человека, к которым относятся уже перечисленные: рубка лесов, использование земель в целях сельского хозяйства, осуществления забора воды, строительство мостов и плотин для запруживания русел рек.

Все данные виды влияния антропогенной деятельности оказывают пагубное воздействие на русла рек косвенно или напрямую. Главным показателем, отражающим данное влияние, является изменение ширины русел (табл. 4). В результате проведенного

сравнительного анализа можно заключить, что русла рек Порос и Кисловка под влиянием хозяйственной деятельности человека за период с 1896 г. по 2021 г. постепенно сужались. Кроме того, происходило изменение их плановых очертаний, как на фоне естественных процессов, так и под влиянием антропогенной деятельности.

При усилении влияния данной деятельности и ее разных видов русла рек Порос и Кисловка будут продолжать сужаться, а затем и мелеть, что приведет к их деградации и деятельности только во время половодий.

Заключение

В результате проделанной работы было выявлено значение рек в природе, когда река является агентом рельефообразования и одновременно входит в круговорот воды на планете, и в жизни и хозяйственной деятельности человека. Для человека река является источником воды, пищи, выполняет транспортную функцию. Поэтому именно вблизи рек издавна и селилось человечество. На сегодняшний день реки – это природные объекты, имеющие во многом определяющее значение в жизни и в хозяйственной деятельности человека. При этом важно полное понимание последствий ее влияния и проведение мероприятий, необходимых для нормализации неблагоприятных последствий данной деятельности. В настоящее время хозяйственная деятельность человека в целом, в том числе и влияние его на русла рек, подвергается ограничениям с поиском альтернативных вариантов решения прикладных задач, необходимых для жизнедеятельности человечества. Тем не менее, отрицательное влияние продолжается, в том числе на малые реки.

Значение реки как природного объекта было рассмотрено в главе I. Так, основными понятиями русловедения являются русловые процессы, русловые деформации, которые делятся на вертикальные и горизонтальные (плановые), и др.. Кроме того, было выявлено положение реки и действующих совместно с ней русловых процессов в системе ЭРС, где реки занимают речную подсистему. Также было отмечено влияние на русловые процессы и на реку в целом других ЭАП из более верхних звеньев ЭРС. И, наконец, была рассмотрена роль хозяйственной деятельности человека при ее взаимодействии с русловыми процессами, в том числе русловыми деформациями. Влияние антропогенной деятельности классифицируется разными способами, но основными видами воздействия на русла рек являются строительство гидроузлов со всеми элементами (плотиной, ГЭС, водохранилищем), мостов; осуществление водозабора для целей сельского хозяйства, промышленности и бытового водопотребления; выправительные сооружения, дноуглубительные мероприятия, выработка русловых карьеров; вырубка лесов, использование земель в целях сельского хозяйства и др..

Как и любая река, исследуемые реки – Порос и Кисловка – зависят от природных условий, в которых располагаются, и подчиняются закономерностям, протекающим в данных условиях. Так, Порос и Кисловка расположены в пределах Обь-Томского междуречья в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины. По классификации рек по размеру они относятся к малым (площадь бассейна: 50-2000 км²), так как площадь их бассейнов составляет 544 км² и 200 км² соответственно. Кроме того, они относятся к равнинным рекам, что отражается в характере их русловых деформаций – русла Кисловки

и Пороса развиваются в условиях свободного меандрирования. Это, в свою очередь, определяется составом отложений, в пределах которых расположены русла рек. Исследуемые реки протекают через толщи осадочных пород суглинистого, супесчаного и песчаного состава, иногда с включениями гравия и гальки, относящихся к разным свитам неоген-четвертичного возраста: кочковской, тайгинской, сузгунской и пайдугинской. Они формируют междуречную равнину, ее склоны и ложбины древнего стока в ее пределах. Верхненеоплейстоценовые отложения слагают вторую надпойменную террасу реки Томь, которую пересекают русла Пороса и Кисловки. Отложениями квартала сформирована пойма Томи, в пределах которой располагается нижнее течение обеих рек, как и их собственные долины. В пределах каждой геоморфологической единицы формируются свои почвенно-растительные условия, различающиеся видами почв и растительности. Но так как бассейны Пороса и Кисловки относятся к зоне подтайги, в его почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы на междуречье и террасах, и некоторые виды почв аллювиального происхождения, формирующиеся на отложениях работы рек. Преобладающим видом растительности являются мелколиственные березовые, осиновые и смешанные (с примесью хвойных: сосны, кедра) леса, произрастающие на междуречье и террасах, но в пойме распространены ивовые заросли. Луговая растительность не столь развита, но, тем не менее, занимает достаточные площади в бассейнах исследуемых рек. На междуречье располагаются суходольные луга, в поймах Томи, Кисловки и Пороса – заливные.

Совокупность природных условий, в которых расположены бассейны Пороса и Кисловки, определяет значение для ведения хозяйственной деятельности человека в их пределах. Хозяйственная деятельность развивается на данной территории издавна и исчисляется задолго до освоения их русским населением. С приходом русского населения впервые леса начали вырубаться в больших масштабах, а на их месте и на лугах развиваться выпас скота и пашенное земледелие; для орошения пашни стали строиться плотины с целью запруживания водотоков. В пределах исследуемого района в XX в. появился водозабор, оказывающий влияние на поступление воды в русла Пороса и Кисловки; строились различные коммуникации, главными из которых в пределах русел рек являлись мосты. За исследуемый период истории влияние хозяйственной деятельности на Порос и Кисловку увеличивалось и приобретало новые формы проявления. В результате этого русла исследуемых рек претерпели изменения по разным показателям.

Главным параметром, изменение которого связано с влиянием хозяйственной деятельности человека, является ширина русла. К не менее важным показателям

относится изменение плановых очертаний русла. Для анализа данных параметров были выделены по 4 ключевых участка в пределах среднего и нижнего течения Кисловки и Пороса. На каждом из них были сделаны замеры ширины русел по состоянию на 1896 г. и на 2021 г.. Результаты измерений были занесены в таблицу и проанализированы. Вместе с тем был проведен анализ изменений плановых очертаний русел исследуемых рек. В целом, можно заключить, что в период с 1896 г. по 2021 г. ширина русел Кисловки и Пороса претерпела достаточные изменения. Ключевые участки иллюстрируют их, показывая, что русло сужалось со временем. Горизонтальные деформации проявились на каждом из отрезков русел исследуемых рек: в русле Кисловки особенно большое изменение плановых очертаний оно получило в районах вытекания и впадения протоки Бурундук (ключевые участки №2 и №4), а в русле Пороса – отрезок русла на ключевом участке №1 – изменившийся рисунок его излучин говорит об этом. При этом в пределах русел обеих рек отмечаются участки, где каждое из них претерпевает спрямление: русло Кисловки на отрезке в пределах ключевого участка №3, а русло Пороса – на отрезках на ключевых участках №2 и №3. Кроме того, общим явлением для исследуемых рек является особенное явное сужение русел в их устьях, что говорит о стоке большого количества наносов из верхних звеньев ЭРС.

При усилении влияния антропогенной деятельности в ее различных вариациях русла рек Порос и Кисловка будут продолжать сужаться, а затем и мелеть, что приведет к их деградации и деятельности только во время половодий при питании атмосферными осадками. Таковыми являются последствия влияния хозяйственной деятельности. Данный прогноз говорит о том, что необходимо проведение мероприятий, необходимых для нормализации неблагоприятных последствий данной деятельности.

Список использованных источников и литературы

1. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / отв. ред.: Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. – М.: Наука, 2003. – 367 с.
2. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области. – Екатеринбург: Уральское книжное издательство, 1996. – 240 с.
3. Беркович К.М. Размыв речных берегов: факторы, механизм, деятельность человека [Статья] / К.М. Беркович, Л.В. Злотина, Л.А. Турыкин // Геоморфология. – 2019. – №2. – С. 3-17.
4. Бояршинова З.Я. Население Западной Сибири до начала русской колонизации / З.Я. Бояршинова. – Томск: Издательство Томского университета, 1960. – 150 с.
5. География Сибири в начале XXI века: в 6 т. / гл. ред. В.М. Плюснин. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2016. – Том 5: Западная Сибирь. – 447 с.
6. Герасько Л.И., Пашнева Г.Е. Почвы Томского Приобья // Генезис и свойства почв Томского Приобья. – Томск: Издательство Томского университета, 1980. – С. 32-83.
7. Гидрологическая характеристика. Ресурсы поверхностных вод [Электронный ресурс] // Атлас Томска. – URL: https://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p0212.html (дата обращения: 07.06.2021).
8. Главные особенности рельефа в связи с геологическим строением, тектоникой и современным состоянием [Электронный ресурс] // Ozlib.com. – URL: https://ozlib.com/825942/geografiya/glavnye_osobennosti_relefa_svyazi_geologicheskim_stroeniem_tektoniko_y_sovremennym_sostoyaniem (дата обращения: 06.06.2021).
9. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000: карта четвертичных образований / Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра). – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. – 1 к.: цв., текст, ил.
10. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000 карта донеогеновых образований и полезных ископаемых / Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра).. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008. –1 к.: цв., текст, ил.
11. Евсеева Н.С. География Томской области (Природные условия и ресурсы). – Томск: Издательство Томского университета, 2001. – 223 с.

12. Евсеева Н.С. Экзогенные процессы рельефообразования и четвертичные отложения [Учебное пособие] / Н.С. Евсеева, П.А. Окишев. – Томск: Издательство НТЛ, 2010. Ч. 1. – 300 с.: ил.
13. Климатическая карта России [Электронный ресурс] // Контурные карты – URL: <https://konturmap.ru/geography-8-9klas-p17.html> (дата обращения: 04.06.2021).
14. Коженкова З.П., Рутковская Н.В. Климат Томской области и его формирование [Статья]// Вопросы географии Сибири. – Томск, 1961. – Вып. 6. – С. 36-38
15. Космический снимок спутниковой системы Landsat 8, 2021.
16. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне [Переиздание книги 1955 г.] / Н.И. Маккавеев. – М.: Географический факультет МГУ, 2003. – 355 с.
17. Маккавеев Н.И. Эрозионно-аккумулятивные процессы и рельеф русла реки. Избранные труды / Н.И. Маккавеев. – М.: изд-во МГУ, 1998. – 285 с.
18. Панченко Е.М., Дюкарев А.Г. Эколого-хозяйственный баланс Обь-Томского междуречья [Статья] //География и природные ресурсы. – 2016. – №4. – С. 123-129.
19. Парначев В.П., Парначев, С.В. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска: Справочное пособие. – Томск: Томский государственный университет, 2010. – 144 с.: ил.
20. Подробные планы реки Томи от г. Томска до ее устья по исследованиям, произведенным описной партией при Управлении Томского округа путей сообщения в 1896 г. под рук. инж. Стрижова. – СПб.: Издательство отдела статистики и картографии Министерства путей сообщения, 1906. – 22 л.
21. Покшишевский В.В. Заселение Сибири (историко-географические очерки) / В.В. Покшишевский; под редакцией В.А. Кротова. – Иркутск: Иркутское областное государственное издательство, 1951.
22. Попов В.К. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В.К. Попов, В.А. Коробкин, Г.М. Рогов [и др.] – Томск: Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, Издательство «Печатная мануфактура», 2002. – 143 с.
23. Природные зоны России [Электронный ресурс] // GoToNature – URL: <https://gotonature.ru/1555-prirodnye-zony-rossii.html> (дата обращения: 03.06.2021).
24. Реестр административно-территориальных единиц Томской области на 1 января 2020 года: Статистический сборник / Томск: Департамент муниципального развития Администрации Томской области, 2020. – 40 с.

25. Река [Электронный ресурс] // Вода России. – URL: <https://water-ru.ru/%D0%93%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9/893/%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D0%B0> (дата обращения: 09.06.2021).
26. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Том 15: Алтай и Западная Сибирь. Выпуск 2. «Средняя Обь» / Под ред. В.В. Зееберг. — Л.: Издательство «Гидрометеиздат», 1967. — 351 с.
27. Русловой процесс / Н.Е. Кондратьев, А.Н. Ляпин, И.В. Попов [и др.] – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 372 с.
28. Рычагов Г. И. Общая геоморфология: учебник / Г. И. Рычагов. – М.: изд-во «Наука», 2006. – 417 с.: илл.
29. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана / О.Г. Савичев – Томск: Издательство ТПУ, 2003. – 170 с.
30. Сельские населенные пункты Томской области по состоянию на начало 2007 года: Статистический сборник / Томскстат-Т., 2007. – 64 с.
31. Список населенных мест Сибирского края – Новосибирск: Сибполиграфтрест, 1929. – Том второй: Округа Северо-Восточной Сибири. – 952 с.
32. Тектоническая карта мезозойско-кайнозойского платформенного чехла Западно-Сибирской плиты масштаба 1:5000000 / гл. ред. В.С. Сурков. – 1981.
33. Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты масштаба 1:5000000 / гл. ред. В.С. Сурков. – 1981.
34. Томская область [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4196582> (дата обращения: 05.06.2021).
35. Топографическая карта масштаба 1:100 000 / Архив Генштаба, 1972.
36. Топографическая карта масштаба 1:100 000 / Архив Генштаба, 1986.
37. Топографическая карта масштаба 1:500 000 / Архив Генштаба, 1986.
38. Топографическая карта Томского района Томской области масштаба 1:200 000 / ФГУП «ПО Инжгеодезия» Роскартографии, 2002.
39. Трифонова Л.И. Климат // География Томской области. – Томск: Издательство Томского университета, 1988. – С. 42-76.
40. Учение об эрозионно-русловых системах и их составляющих: теория, история формирования, практика [Статья] / Р.С. Чалов, К.М. Беркович [и др.] // Геоморфология. – 2019. – №2. – С. 95-108.
41. Фарватер [Электронный ресурс] // Korabel.ru. – URL: <https://www.korabel.ru/dictionary/detail/1959.html> (дата обращения: 08.06.2021).

42. Хромых О.В., Хромых В.В. Ландшафтный анализ Нижнего Притомья на основе ГИС: естественная динамика долинных геосистем и их изменения в результате антропогенного воздействия. – Томск: Издательство НТЛ, 2011. – 160 с.: ил.
43. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел / Р.С. Чалов. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 608 с.
44. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел / Р.С. Чалов. – М.: КРАСАНД, 2011. – 960 с.
45. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 3: Антропогенные воздействия, опасные проявления и управление русловыми процессами. – М.: КРАСАНД, 2019. – 640 с.
46. Чалов Р.С. Русловые процессы (русловедение) [Учебное пособие] / Р.С. Чалов. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 565 с.
47. Чалов Р.С. Сравнительный анализ русловых процессов на горных, полугорных и равнинных реках [Статья] // География и природные ресурсы. – 2008. – №1. – С. 32-40.
48. Чалов Р.С. Географическое русловедение и морфодинамика речных русел [Статья] // Геоморфология. – 2009. – №2. – С. 12-19.
49. Эрозионно-русловые системы: монография / под науч. ред. Р.С. Чалова, А.Ю. Сидорчука, В.Н. Голосова. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 698 с.
50. Leopold Luna B. Fluvial Processes in Geomorphology / Luna B. Leopold, M. Gordon Wolman, John P. Miller. – San Francisco and London: W.H. Freeman and Company, 1964. – 522 p.

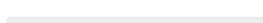
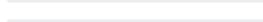
СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

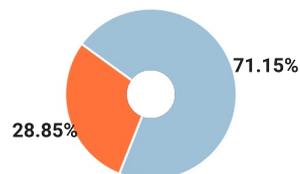
ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Сокольников Илья Вячеславович
Самоцитирование
рассчитано для: Сокольников Илья Вячеславович
Название работы: ВКР Сокольников
Тип работы: Не указано
Подразделение:

РЕЗУЛЬТАТЫ

ЗАИМСТВОВАНИЯ		28.85%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ		71.15%
ЦИТИРОВАНИЯ		0%
САМОЦИТИРОВАНИЯ		0%

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 10.06.2021



Модули поиска: Сводная коллекция ЭБС; Интернет Плюс; Сводная коллекция РГБ; Переводные заимствования по Интернету (EnRu); eLIBRARY.RU; Перефразирования по eLIBRARY.RU; Перефразирования по Интернету; Модуль поиска "ТГУ"; Кольцо вузов

Работу проверил: Квасникова Зоя Николаевна

ФИО проверяющего

Дата подписи:

Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.