

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.

В.П.АСТАФЬЕВА

(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Хныкина Мария Алексеевна

НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Геоморфология долин малых рек и экологическая характеристика

среднего течения реки Енисей

Направление подготовки 05.06.01. Науки о Земле

Программа «Геоморфология и эволюционная география»

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

И. о. зав. Кафедрой географии и методики

Обучения географии, доцент

«6» декабря 2018г.

_____ М. В. Прохорчук

Руководитель

к. г-м. н., профессор Ананьева Т. А.

дата защиты «20» декабря 2018 г.

Обучающийся: Хныкина М. В.

_____ (дата, подпись)

Оценка _____

(прописью)

Красноярск 2018

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Состояние проблемы и постановка задачи.....	6
1.1. Методические условия изучения бассейнов малых рек.....	6
1.2. История изучения рельефа долины р. Енисей и его притоков.....	13
1.3. Техногенная трансформация долин малых рек. Исторический аспект.....	25
Глава 2. Геолого-тектонические и геоморфологические особенности территории исследования.....	33
2.1. История геологического развития территории.....	34
2.2. Стратиграфия.....	38
2.3. Геоморфология и особенности геологического строения бассейна р.Енисей.....	43
Глава 3. Геоморфология долин малых рек среднего течения р. Енисей.....	52
3.1. Особенности формирования рельефа долин малых рек.....	54
3.2. Структурно-геоморфологическая типология бассейнов малых рек среднего течения р. Енисей.....	60
3.3. Техногенное и хозяйственное освоение долин малых рек и экологические последствия.....	63
Заключение.....	75
Приложения.....	79

Введение

Актуальность работы. В современной проблематике комплекс наук о Земле связанной с исследованиями взаимоотношений природной и антропогенной среды, актуален вопрос развития долин малых рек в городах.

Многие малые реки безвозвратно исчезают, что приводит к деградации ландшафтов. К малым рекам в географии относятся реки с водосборной площадью не свыше 2000 км² или имеющие длину не более 100 км. В гидрологическом и экологическом отношении малые реки изучены значительно хуже чем большие. Если говорить о малых реках Красноярского края, то многие из них вообще не изучены. По территории края (без учета бассейна р. Ангары) протекает около 70 тыс. рек длиной 100 км и менее, что составляет более 99 % общего количества всех типов рек этого огромного региона. Однако (по приблизительным подсчетам) только 135 малых рек имели или имеют стационарные пункты гидрометрических наблюдений. Из этого количества более 60 % малых рек расположены в южной части Красноярского края [2].

Сегодня для малых рек Красноярского края характерны те же экологические проблемы что и для всех малых рек России. Их можно свести к двум основным: сохранение водности чистоты рек и их бассейнов. Проблема количественного истощения водных ресурсов малых рек связана как с прямым (рост водопотребления), так и с косвенным воздействием на них человека.

Малые реки интенсивно используются ближайшими населенными пунктами, являясь основным источником пресной воды а также в промышленности и сельском хозяйстве (орошение, водозабор, сброс сточных вод), поэтому качество воды имеет огромное значение прежде всего для населения.

Цель и основные задачи исследования.

В связи с этим целью данной работы являлось рассмотрение и исследование геоморфологии долины малых рек среднего течения реки Енисей и их экологическая характеристика.

Данная цель предполагает решение следующих основных взаимосвязанных задач:

1. Выявить методические особенности исследования бассейнов малых рек и исторический аспект изучения бассейна реки Енисей
2. Выявить геолого-тектонические и геоморфологические особенности территории исследования.
3. Обоснование влияния структурно-геоморфологического своеобразия и структуры долин малых речных бассейнов среднего течения долины рек Енисей на особенности его хозяйственного освоения.

Объект исследования: малые реки среднего течения реки Енисей

Предмет исследования: геоморфология речных бассейнов малых рек среднего течения реки Енисей

Теоретическую и методическую основу исследования составляют научные разработки в области глобальных проблем человечества в том числе и экологический - В.И. Данилова-Данильяна Н. Ф. Реймерса, Н.Н. Родзевич и др.; С.А. Архипова О.В. Кашменской, В. А. Николаева, З.М. Хворостова - как методологи рационального природопользования; М.В. Кириллов - особенность природы окрестностей г. Красноярска Э.Л. Якименко - структурный анализ рельефа речных бассейнов, а также обзор малых рек г. Красноярск – Ананьева Т.А, Чеха В.П.

Методы исследования. Для достижения поставленных цели и задач были применены геоморфологические, геологические и географические методы, особое место отведено морфометрическим, морфографическим, картометрическим и сравнительно-географическим методам

Вклад автора и практическая значимость: Результаты исследования могут быть использованы при составлении рекомендаций для природопользователей кадастровой оценки территории при составлении отчетов природоохранными организациями и проведении научных исследований, использованы администрациям природных парков и для экологического просвещения населения. Итоги работы и картосхемы могут применяться в научной и учебной работе школ, СУЗов и ВУЗов — в ходе написания отчетов по полевым практикам, курсовых работ студентов и научных работ школьников. При преподавании факультатива такого как: "Общее Землеведение", "Геоэкология г. Красноярск" и "География города Красноярск и его окрестностей".

Полученные данные по городу Красноярск могут быть использованы в практике инженерно-геоморфологической работы, а также имеют значение для краеведческой работы на уровне школы и ВУЗа. В связи с усилением научного интереса к исследованию малых рек, полученные результаты могут быть использованы различными фондами и организациями, занятыми изучением данной проблемы.

Научная новизна исследования. Научная новизна заключается в расширении знаний о малых реках среднего течения реки Енисей. В работе исследуется рельеф бассейнов малых рек; устанавливаются связи на основе комплексного структурно-геоморфологического анализа морфологии малых речных бассейнов с тектоническим и геологическим строением территории; обосновывается структурно-геоморфологическая типизация малых речных бассейнов; качественно и количественно оценивается степень техногенного преобразования рельефа бассейнов малых рек среднего течения реки Енисей в особенности в черте города Красноярска и его окрестностей.

Структура и объем работ. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы. Основное содержание работы изложено на 81 странице машинописного текста, содержит 6 таблиц, 26 рисунков, библиографический список из 91 наименования.

Защищаемые положения:

1. Морфологические особенности малых речных бассейнов среднего течения реки Енисей зависят от тектонического строения территории и ярусности рельефа.
2. Анализ тектонической структуры и рельефа г. Красноярска и его окрестностей позволяет выделить 7 районов малых речных бассейнов
3. Структурно-тектоническое и геоморфологическое своеобразие малых речных бассейнов непосредственно влияют на особенности хозяйственного освоения их территории.
4. Современная структура эрозионной сети города Красноярска является результатом мощного техногенного воздействия.

Автор выражает благодарность своему научному руководителю профессору, кандидату геолого-минералогических наук Т.А. Ананьевой также сотруднику кафедры физической географии Ю.В. Павловой, факультет биологии, географии и химии Педагогического университета им. В.П. Астафьева.

Основные этапы и организация исследования. Исследование проходило с 2011 по 2016 годы и состояло из трех этапов

Первый этап (2015) - аналитический, был посвящен анализу литературных источников и учебно-программной документации по изучаемой проблеме, теоретическому осмыслению проблемы исследования, определению цели объекта, предмета и задач исследования. Изучался и обобщался передовой методологический, исторический геологический, гидрологический и экологический опыт. Была определена рабочая гипотеза исследования

Второй этап (2016 — 2017) – практический, был посвящен практической работе на территории изучаемых рек, обработке и анализу собранной информации.

Третий этап (2017 - 2018) – обобщающий, был предназначен для оформления собранного теоретического и практического материала в его завершеном виде. На этом этапе также происходило оформление диссертационной работы.

Апробация работы и публикации Ход исследования, его основные положения и результаты в виде докладов и публикаций представлены на международных и всероссийских научно-практических конференциях и семинарах: на Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню Земли и 80-летию образования Красноярского края (Красноярск, 2014) на X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной Всемирному дню Земли и 60-летию кафедры экономической географии (Красноярск, 2015) на XI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню Земли и 100-летию заповедной системы России (Красноярск, 2016), а также была представлена работа в научно-популярном журнале «Colloquium» (Польша, 2018)

Глава 1. Состояние проблемы и постановка задачи

Малый водосборный бассейн – это поверхность раздела, в пределах которой активно протекает обмен веществом и энергией. В результате этого взаимодействия изменяется и рельеф самого бассейна. Одновременно с этим происходит образование рыхлых отложений. В таком случае можно говорить о специфическом морфолитогенезе, происходящем в пределах малых водосборных бассейнов, со специфическими чертами морфолитодинамики, т.е. с характерными чертами преобразования поверхности бассейна в процессе перемещения вещества.

В геоморфологии с понятием «процесса» связывается несколько явлений. Это «генезис рельефа», «история развития рельефа», «эволюция рельефа», «динамика рельефа» и «состояние рельефа». Понятие «история развития рельефа» и «эволюция развития рельефа», как правило, воспринимаются синонимично и подразумевают необратимые изменения в облике земной поверхности, в данном случае – поверхности малого водосборного бассейна. Это можно проиллюстрировать, например, превращения рытвины в промоину, далее в овраг, с последующим превращением в балку, которая может со временем преобразоваться в лощину или даже в ложбину. Здесь также просматривается пространственно-временная иерархичность процессов: если форма небольшая, то и преобразующий ее процесс имеет быстротечный характер. Для формирования же хорошо развитого малого водосбора длиной 5-10 км требуется достаточно длительное время. Изучение динамики рельефа, как правило, подразумевает наблюдение и анализ современных процессов и часто выражается в фиксировании состояний и их изменений. Смена состояний может быть также предметом рассмотрения и в нашем случае. Более того, такого рода исследования должны быть положены в основу анализа, который позволит изучать последовательность «состояние-динамика-эволюция-генезис». Динамические исследования, как правило, проводятся на ограниченных ключевых участках и редко выходят за рамки нескольких водосборных бассейнов.

Современные процессы представлены такими явлениями, как образование и переформирование ручейковой сети, оврагообразование, склоновые процессы, т.е. процессами которые протекают на глазах у исследователей. Их можно наблюдать, измерять соответствующие параметры и переменные, следовательно, есть возможность следить за механизмом рельефообразования и за сменой состояний, происходящих в пределах малых водосборных бассейнов.

1.1. Методические условия изучения бассейнов малых рек

Красноярский край до сих пор привычно считается одной из наиболее водообеспеченных территорий, но это правомерно, когда рассматривается бассейн Енисея в целом. На освоенную же в хозяйственном отношении территорию края, где проживает большая часть населения, приходится всего лишь одна треть возобновляемых поверхностных водных ресурсов. По данным Комитета природных ресурсов по Красноярскому краю, в настоящее время в Красноярском крае 90 % используемых в водохозяйственных целях поверхностных водотоков относится к категории малых рек. Только 23 % водопользователей осуществляют забор (сброс) в большие реки. Большая часть (77 %) водопользователей использует ресурсы малых рек [2].

Малые реки интенсивно используются ближайшими населенными пунктами, являясь основным источником пресной воды, также используются в промышленности и сельском хозяйстве (орошение, водозабор, сброс сточных вод), поэтому качество воды имеет огромное значение прежде всего для населения. Подавляющее большинство малых рек не входит в программы наблюдений, реализуемые государственными службами, и мало изучены.

Изучение малых рек требует комплексного ландшафтно-экологического подхода, проведения целенаправленного изучения не только самих водотоков малых рек, но и их бассейнов, учитывая, что водность и

режим стока малой реки целиком определяется ландшафтными особенностями ее водосборной площади и любые изменения в природных комплексах бассейна отражаются на состоянии реки.

До настоящего времени нет единого представления о том, какие водотоки считать малыми. Так, известный гидролог Л.М. Корытный [3] к малым рекам относит реки, площадь бассейна которых не превышает 2000 км, а длина - 50 км. Согласно другим авторам [1], к малым рекам отнесены водотоки длиной до 200 км, а Гидрометеорологическая служба Красноярского края, основываясь на классификации А.И. Чибатарова, определяет малые реки площадью не более 2000 км². Так как площадь бассейна реки Кача составляет 1280 км², а реки Черемушка - 106 км², то их можно отнести к категории малых рек.

Несмотря на то что территория бассейнов рек Кача и Черемушка осваивалась в числе первых в Красноярском крае, хозяйственная деятельность здесь началась с давних пор и увеличивается с каждым годом. До настоящего времени они остаются малоизученными. Для прогнозирования направленности процессов и явлений в ПТК необходимо учитывать комплексные характеристики территории и взаимосвязь отдельных компонентов (почв, пород, биоты, вод, рельефа, климата). Эти знания позволят дать представление о направленности негативных явлений, изменяющих качество водных ресурсов, выработать рациональное водопользование, обеспечить охрану и улучшение территории бассейна рек. Пространственно-временные рамки, в которых возникают, развиваются и формируются малые водосборные бассейны достаточно велики, что в значительной степени определяет разнообразие методов изучения этих бассейнов (табл. 1).

В случае изучения современных процессов на склонах и днищах малых водосборных бассейнов особое значение имеют полевые инструментальные измерения, макро- и микрофотографический анализ, экспериментальные и стационарные исследования. Важную роль играют способы регистрации изменения, позволяющие вести непрерывное наблюдение. Часто для этого используют стационары, в которых, при изучении действия факторов вегетации и другими процессами.

Для фиксирования процессов, измеряющихся историческими интервалами времени, требуется использование таких методов исследования, которые позволяли бы устанавливать и восстанавливать следы произошедших или начинающихся изменений, широко использовать сравнительно-географический анализ и метод актуализма. Так, малые водосборные бассейны изучают с помощью морфометрического анализа, проводят анализ аэрофотоснимков, на которых можно детально изучить структуру уклонов, длин, площадей, особенности растительного покрова больших территорий, чем в первом случае. При исследовании почвенных и геологических разрезов изучаются текстурно-структурные признаки рыхлых отложений, их вещественный состав (гранулометрия, минералогический и химический состав), состав различного рода включений археологические, палеонтологические, спорово-пыльцевые данные; абсолютный возраст осадков. Изучение многолетнего гидрологического режима территории подразумевает выделение общих и специфических особенностей влияния географо-гидрологических и геодинамических факторов на сток наносов, процессов долговременного формирования, перемещения и переотложения литогенного материала. На историческом уровне наиболее важно влияние антропогенных факторов (тип освоения территории, характер застройки, севооборота и т.д.).

Для выявления причинно-следственных отношений и реконструкции длительных изменений рельефа малых водосборов на региональном уровне не только регистрируется само изменение рельефа, но и восстанавливаются условия рельефообразования и действовавшие в прошлом факторы. В этом случае широко применяются методы реконструкции тектонических и климатических явлений, анализируются процессы формирования литологии горных пород, слагающих изучаемый регион. При этом используются картографические и литературные данные, анализируются космические снимки, проводятся палеоклиматические и палеотектонические реконструкции.

На описанных иерархических уровнях не всегда удается получить достаточно полное представление о явлениях, происходящие в малых водосборных бассейнах, изучая их непосредственно в природной среде, т.к. прямое их наблюдение оказывается затруднительным или невозможным. Поэтому, кроме перечисленных групп методов, в

изучении малых водосборных бассейнов используют физические и математические методы моделирования, результаты, полученные в лабораторных условиях, а также при исследовании уменьшенных аналогов-заменителей и компьютерной имитации явлений, которые приобретают особое значение в случае изучения длительных интервалов времени.

Наиболее сложными вопросами из тех, которые должна решать геоморфология, являются вопросы происхождения и развития рельефа. Конечным результатом решения этих вопросов должна явиться последовательно изложенная - история развития рельефа, т. е. последовательность во времени и характер тех процессов, которые придали рельефу данного участка земной поверхности его современный облик. Сложность вопроса заключается прежде всего в том, что развитие рельефа, протекающее в масштабах геологического времени, проходит в какой-то природной среде, которая сама не остается неизменной. Ее изменения происходят как в результате присущего самой этой среде саморазвития, так и за счет изменяющегося в процессе своего развития рельефа, который, как мы видели, оказывает тем самым влияние на окружающую природную среду, вызывая в ней перегруппировку действующих сил, в том числе и тех, которые принимали ранее участие в его формировании. Благодаря этому развитие рельефа никогда не идет, так сказать, прямолинейно, в одном и том же направлении, но постоянно отклоняется от этого направления в ту или другую сторону. Этим объясняется тот факт, что кажущаяся на первый взгляд «цикличность» в развитии рельефа, возведенная некоторыми американскими геоморфологами чуть ли не в основной геоморфологический закон, на самом деле цикличностью не является, так как она никогда не приводит, строго говоря, к исходному положению: всегда обнаруживается некоторый поступательный сдвиг относительно исходного положения, и следующий «цикл» не является точным повторением предыдущего. Развитие идет по спирали.

Таблица 1.

Группы методов, используемые для изучения малых водосборных бассейнов на различных пространственно-временных иерархических уровнях

Временные интервалы	Пространственные интервалы		
	малые	средние	большие
Геологические		Картографический и литературный анализ Анализ космических снимков Палеоклиматические и палеотектонические реконструкции	
Исторические	Морфометрический анализ Анализ аэрофотоснимков Анализ гидрологического режима Изучение почвенных и геологических разрезов		
Современные	Полевые инструментальные измерения Макро- и микрофотографический анализ Экспериментальные и стационарные исследования		

Пройденные рельефом в процессе его развития этапы не остаются часто совершенно бесследными в его современном облике. Формы рельефа, образовавшиеся в какой-то отрезок времени с присущими ему природными условиями, продолжают существовать некоторое время и после того, как эти условия уже изменились. Такие формы являются дисгармоничными и, не соответствующими современным условиям рельефообразования. Это - реликты прошлого, уже не развивающиеся дальше в прежнем направлении, но постепенно перестраивающиеся под воздействием новых факторов рельефообразования. В зависимости от неодинакового времени исчезновения ледникового покрова отдельные зоны этой прежней области оледенения обнаруживают разную степень переработки ледниковых форм современными процессами. Свежесть и сохранность ледникового аккумулятивного рельефа увеличиваются в общем по мере движения к северо-западу соответственно более позднему исчезновению там ледяного щита.

Выделить в современном рельефе элементы реликтовые, постепенно отмирающие, и элементы прогрессивные, развивающиеся, является одной из важных задач геоморфологии. Это дает нам возможность ставить научный прогноз,

предсказание о дальнейшем направлении развития рельефа в будущем — задача, которая очень часто ставится перед наукой со стороны практики.

Из сказанного вытекает, что для полного понимания всех особенностей современного рельефа нельзя ограничиться учетом только ныне господствующих условий природной среды, но часто приходится обращаться за объяснением тех или других особенностей и к условиям геологического прошлого. Таким образом, фактор времени здесь имеет большое значение и применение исторического метода в геоморфологии является одной из основ методологии этой науки.

Реликтовые формы, особенно более мелкие экзогенного происхождения, могут сохраняться в современном рельефе лишь от не очень отдаленного геологического прошлого, и по ним можно установить условия и соответствующие им процессы лишь для новейших этапов истории развития. Однако в современном рельефе могут найти себе отражение и процессы более отдаленного прошлого, от которого никаких непосредственных морфологических следов не сохранилось. О них можно судить иногда лишь по косвенным признакам, выраженным и зафиксированным в геологических структурах участков земной поверхности и в литологическом и фациальном характере геологических образований. Иногда для этой цели приходится привлекать геологические образования, отложенные где-то в другом месте, но генетически связанные и синхронные (одновременные) с процессами, имевшими место в исследуемом районе.

Из сказанного вытекают некоторые методы восстановления условий и процессов отдаленного геологического прошлого, часто применяемые геоморфологами для выяснения ранних этапов истории развития рельефа. Остановимся на этих методах несколько подробнее ввиду их большого значения.

Представим участок земной коры, подвергшийся в отдаленном геологическом прошлом горообразовательному процессу, благодаря которому слагавшие этот участок пластичные толщи были смяты в складки. Геологический возраст этой складчатости будет определяться возрастом самых молодых пластов, захваченных складкообразованием. Если такой участок стал при этом сушей с резко выраженным горным рельефом, то этот рельеф может затем оказаться нацело уничтоженным последующим длительным воздействием внешних разрушительных сил. Складчатая структура данного участка литосферы, однако, сохранится и может оказаться позднее погребенной под толщами более молодых осадков, образовавшихся при временном погружении под уровень моря и сохранивших после нового поднятия ненарушенным свое первоначальное горизонтальное залегание. После вторичного превращения в сушу в результате колебательных движений земной коры на поверхности этих отложений заложатся водотоки, следующие направлению наклона поверхности пластов. При этом направление течения рек может не совпадать с простиранием осей складок погребенного фундамента. Постепенно углубляя свои долины, реки могут прорезать не только всю толщу поверхностных недислоцированных пластов, но врезаться и в подстилающий их складчатый фундамент. На этот фундамент речная сеть, заложенная в иных условиях рельефа и структуры (на ровной поверхности недислоцированных пластов)," спроектируется, совершенно не считаясь с направлением его тектонических линий, и окажется, таким образом, в противоречии со структурой. Такой способ заложения речной сети называют эпигенетическим. В дальнейшем верхний осадочный покров может оказаться нацело смытым атмосферными и речными водами или же от него сохраняются в качестве «свидетелей» лишь небольшие клочки, несогласно залегающие здесь и там на поверхности отпрепарированного складчатого фундамента. Новое, более молодое поколение рек, образующихся как притоки рек первого (эпигенетического) поколения, будет развиваться теперь на поверхности обнажившегося складчатого фундамента уже в иных условиях. В этом фундаменте выходят на поверхность полосы разнородных горных пород, из которых одни поддаются размыву легче, другие труднее. Вновь образующиеся реки закладываются и разрабатывают свои долины преимущественно вдоль полос более податливых пород: они являются, как говорят, «приспособившимися» к структуре в противоположность рекам более старого

поколения. Древняя структура, выведенная вновь на поверхность после длительного промежутка времени, начинает, таким образом, оказывать свое влияние на развитие рельефа.

Обнаружив на складчатой поверхности речную сеть, в которой одни реки (преимущественно более крупные) являются несогласными со структурой, другие же приспособились к ней, можно сделать вывод, что эти две группы рек разного возраста и что первые из них заложились эпигенетически. Это дает право предположить, что данная территория в какой-то период геологического времени испытала опускание и погружение под уровень моря, в результате чего оказалась перекрытой более молодыми осадочными толщами. После этого произошло вновь поднятие, превращение в сушу, развитие на ней гидросети и т. д. Нахождение кое-где в понижениях рельефа складчатой суши сохранившихся клочков поверхностного осадочного покрова или нахождение галек его пород в древних, высоких террасах рек первого поколения может служить подтверждением правильности такого хода мыслей. Возможно, что в остатках размытого верхнего покрова будут обнаружены ископаемые представители фауны, которые дадут возможность установить геологическое время погружения под уровень моря. Возраст же самого молодого пласта, участвующего в образовании складок древнего фундамента, укажет время возникновения складчатости и нижнюю границу периода, в течение которого происходило разрушение внешними факторами образовавшейся складчатой суши, имевшей, по всей вероятности, первоначально горный характер.

Для понимания всех особенностей ныне существующего рельефа необходимо проследить всю последовательность геологических событий, начиная иногда с весьма отдаленных геологических времен. Здесь мы имеем пример взаимной методологической помощи, которую могут оказать одна другой две родственные науки — геоморфология и геология. С одной стороны, внимательный анализ рельефа дает возможность установить характер и последовательность движений земной коры в новейшее геологическое время, с другой стороны, история геологического прошлого, записанная в литологическом и фациальном характере геологических образований и в их структурах, позволяет геоморфологу понять многие особенности современного рельефа.

Строгой цикличности в развитии рельефа не наблюдается, «циклы» не являются точным повторением одного другим. Представим, что обнажившийся после удаления ненарушенного верхнего осадочного покрова складчатый фундамент окажется вновь поднятым на значительную высоту над уровнем моря, будет глубоко расчленен речной сетью, словом, будет проходить новый эрозионный «цикл» развития. Нетрудно убедиться, что развитие рельефа в этом «цикле» будет протекать иначе, чем в предыдущем: формы долин, их ориентировка и ориентировка водоразделов будут иными. Это объясняется тем, что денудация в предшествующем «цикле» вывела на поверхность более глубокие горизонты земной коры с иной структурой, которая по-другому стала направлять развитие рельефа в последующем «цикле».

Второй метод выявления процессов геологического прошлого и их места в геологической хронологии, очень часто используемый геоморфологами, может быть назван анализом коррелятных отложений. Сущность этого метода заключается в следующем. Если где-нибудь в пределах геосинклинальной области происходит интенсивное поднятие, сопровождающееся столь же энергичным размывом и выносом материала, то где-то по соседству, в геосинклинальных и краевых прогибах должно иметь место отложение вынесенного обломочного материала. Таковы, например, толщи «молассов», слагающие часто подгорные шлейфы по окраинам горных стран. Геологический возраст этих отложений может быть установлен либо по их стратиграфическому положению, либо по нахождению в них органических остатков. Накопление этих толщ происходило, очевидно, одновременно с поднятием и размывом в геоантиклинальной зоне. Так как при переносе водными потоками более крупный обломочный материал обычно откладывается ближе к месту его происхождения, а более тонкий уносится дальше, то исследование механического состава пластов этих отложений по простиранию дает возможность крупный обломочный материал обычно откладывается ближе к месту его происхождения, а более тонкий уносится дальше, то исследование механического состава пластов этих отложений по простиранию дает возможность установить направление, откуда происходил

перенос, а петрографический анализ обломков позволяет легко найти места ближайших коренных выходов соответствующих пород. Анализируя эти же толщи в петрографическом и особенно в гранулометрическом (но величине обломков) отношении по вертикальному разрезу толщи, можно выявить изменения темпов поднятия и интенсивности размыва и во времени, установить наблюдающиеся иногда в ходе этих процессов временные перерывы или ослабления, или даже изменения знака движения на обратный и т.д.

Следует остановиться еще на одном методе восстановления физики географических условий прошлого, помогающем выяснить, историю развития рельефа в отдаленные геологические периоды по документальным данным, записанным самой природой. Это будет фациальный анализ осадочных толщ земной коры. В существующей литературе имеются очень разнообразные определения понятия «геологическая фация». Наиболее приемлемым следующее, определение этого термина: геологическая фация - это совокупность физико-географических, тектонических, геохимических и биотических условий образования осадочных толщ, находящих себе выражение в сходстве литологических, палеонтологических и физико-химических особенностей некоторого объема осадков (пласта, толщи) или какой-то их части, часто дает возможность судить о возрасте тех или иных элементов современного рельефа.

Можно различать современные фации осадкообразования и фации геологического прошлого (палеофации). Для целей фациального анализа имеют значение именно эти последние. По характеру осадков того или иного геологического возраста можно определить их фациальную принадлежность, иначе говоря, установить физико-географические условия их образования, а по последним сделать заключение и о возможных факторах формирования рельефа в данное геологическое время и об их изменениях в пространстве и во времени. Для этих последних выводов необходимо проследить изменения фациального характера одновременных (синхронных) отложений в горизонтальном направлении" по простиранию пластов, а также в вертикальном направлении — в стратиграфической последовательности напластований разного возраста. Такого рода анализ повлекло бы за собой сильное похолодание климата северо-западной Европы и не исключена была бы такая возможность, что ледники гор Скандинавии начали бы расползаться вширь, сливаться между собой, что привело бы в конце концов к значительно большему, чем сейчас, оледенению северо-запада.

В последнее время начинает входить в употребление метод анализа изменения мощностей осадочных толщ по их простиранию. Определение мощностей производится по данным бурения или геофизическими методами. Анализ мощностей дает возможность судить о времени, амплитуде и знаке тех или других движений земной коры в прошлом и часто используется для выявления погребенных структур, перспективных для поисков нефти и газов.

Методическим аппаратом моего исследования стали геоморфологические, геологические и географические, методы, особое место отведено сравнительно-географическим методам.

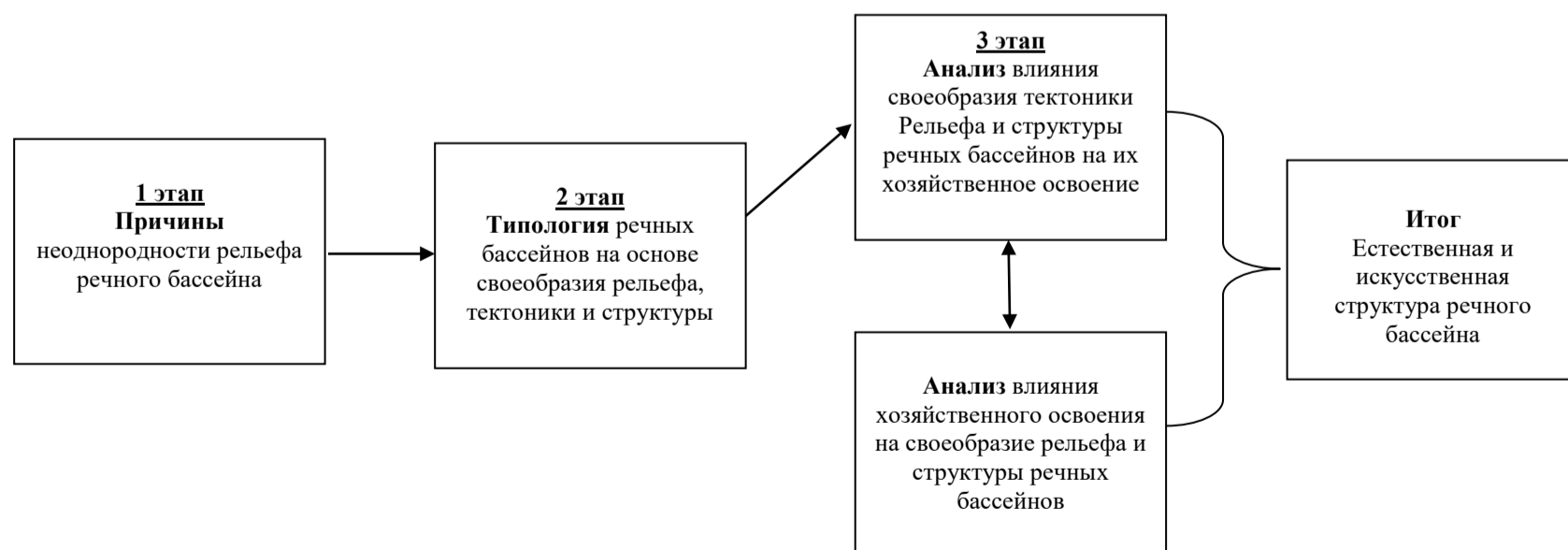


Рисунок 1-Структура исследования

В соответствии с задачами исследования, проведен следующий алгоритм:

- ✓ первый этап исследования соответствует второй главе работы. В ходе его были установлены основные причины неоднородности рельефа бассейнов малых рек среднего течения реки Енисей.
- ✓ второй этап, посвященный в третьей главе, заключается в выявлении структурно-геоморфологического и структурного своеобразия и типологии малых речных бассейнов.
- ✓ третий этап исследования, также описанный в третьей главе работы, состоит в анализе влияния структурно-геоморфологических и структурных особенностей эрозионной сети на хозяйственное освоение среднего течения реки Енисей, так же включает анализ влияния хозяйственного воздействия на рельеф поверхности и структуру эрозионной сети города Красноярска.

С использованием общегеографических карт города Красноярска и его окрестностей масштаба 1:200000, составлена картосхема бассейна реки Енисей в среднем течении, также обозначены границы района исследования и уточнены ключевые территории исследования (рис. 2).

Изыскания проводились как в окрестностях города, так и на территории Красноярской агломерации. Исследуемая территория расположена в долине реки Енисей, на территории предгорья Восточного Саяна. Ее границами являются - долина р. Чермушка на востоке, р. Базаихи на юге, долина р. Караульная, и условно граница р. Кача на севере. Район имеет вытянутую форму, с запада на восток составляет (по кратчайшему маршруту вдоль улиц) около 41 километра, с севера на юг — почти 37 километров.

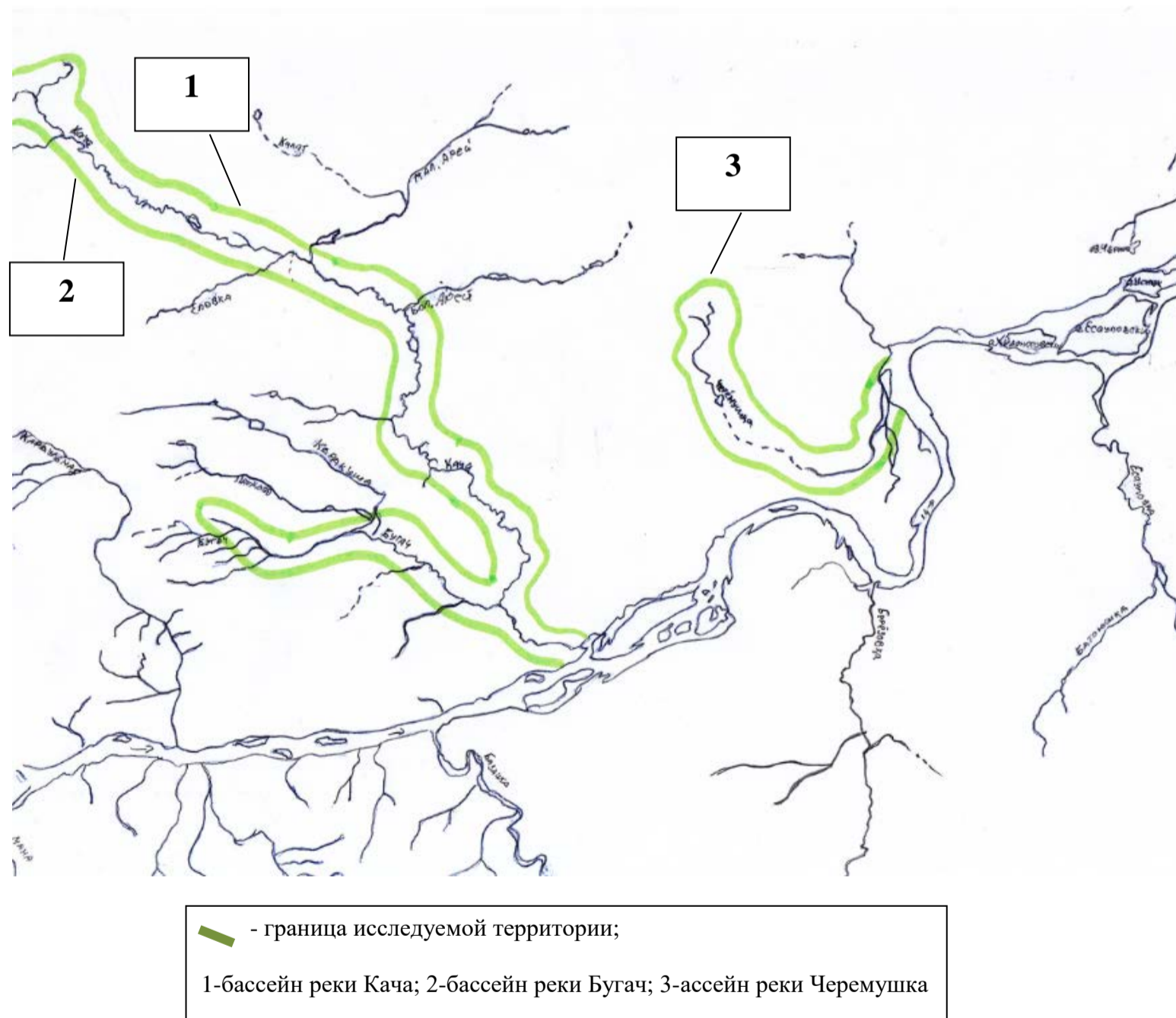


Рисунок 2-Бассейн реки Енисей в среднем течении

Для уточнения геоморфологических границ, скульптурных особенностей рельефа, геологического строения бассейнов, инструментального профилирования и проведения полевых экспериментов в период с 2015 по 2018 гг. позволило изучить геологическое строение устьевых частей малых рек, оврагов и балок, открывающихся в районе г. Красноярск и его окрестностях.

Для уточнения геоморфологических границ, скульптурных особенностей рельефа, геологического строения бассейнов, инструментального профилирования и проведения полевых экспериментов в период с 2015 по 2018 гг. позволило изучить геологическое строение устьевых частей малых рек, оврагов и балок, открывающихся в районе г. Красноярск и его окрестностях. По литературным источникам и по итогам собственных изысканий (камеральных и полевых) собраны морфометрические показатели по бассейнам малых рек: площадь, длина и ширина бассейна, длина водораздела, средняя высота бассейна, число и плотность эрозионных форм в бассейне, длина реки, густота речной сети, высота истока и устья, общее падение, средний уклон. Порядок эрозионных форм определялся по системе Философова В.П. - Страллера А.

1.2. История изучения рельефа долины р. Енисей и его притоков

Развитие притоков р. Енисей, в том числе и малых, неразрывно связано с развитием самого Енисея.

В данной работе рассматривается изучение соотношения общего и индивидуального в них представляет не только теоретическую задачу, но и имеет практическое применение, поскольку позволяет эффективнее планировать развитие городской среды, развивать в городах системы предотвращения и противодействия чрезвычайным ситуациям гидрологического, геоморфологического и экологического характера.

История развития долины Енисея стала привлекать внимание исследователей еще с конца прошлого века. Несмотря на большой объем собранного материала, общей картины по истории формирования долины Енисея до сих пор нет.

Существующий ныне в Приенисейской зоне рельеф образовался главным образом в результате новейших поднятий, особенно интенсивно проявившихся в прилегающих горных областях в конце неогенового - начале антропогенного периодов. Эти поднятия спровоцировали усиление эрозионной деятельности и расчленение существовавших ранее почти равнинных и пологоволнистых пространств.

Начавшаяся интенсивная эрозия в Восточном Саяне и Енисейском кряже привела к накоплению в древней депрессии, к которой приурочены отдельные участки современной долины Енисея, мощной (до 80 м) толщи аллювия. В пределах Казачинской впадины аллювий в виде полосы шириной до 60 км прослеживается на абсолютных отметках 200 - 280 м. К.В. Боголепов установил неогеновый возраст аллювиальной толщи, выделив ее под названием кирнаевской свиты. Грубый песчано-галечниковый состав и широкое площадное распространение этих отложений позволяет предположить, что накопление их связано с существовавшей здесь мощной рекой Палео-Енисей.

В первой половине палеогена, после кратковременного тектонического затишья снова оживились поднятия молодых горных стран, что привело к резкому усилению эрозионно-аккумулятивной деятельности - образованию глубоковрезанных речных долин и накоплению в них галечникового горизонта. Такие долины отмечены в Енисейской депрессии в районах рек Турухана, Елогуя и в других местах на глубинах 180-240 м ниже современного уровня моря. По данным В.А. Зубакова, в долине Енисея, в пределах области самаровского оледенения, прослеживаются погребенные аллювиальные отложения древней долины, названные им свитой завального яра.

В северных предгорьях Восточного Саяна древнеаллювиальная толща, заключающая спорово-пыльцевые спектры постплиоценового возраста, представлена галечными песками. Она сохранилась на возвышенных частях водоразделов, абсолютные отметки которых варьируют от 350-450 м на Кемчугско-Енисейском плато до 270-350 м близ современной долины Енисея. Древний аллювий покрывает водораздельные пространства, уходящие от левого берега Енисея в глубь страны на 100-120 км. В составе галек наряду с породами Восточного Саяна встречаются породы, характерные для Енисейского кряжа.

Этот древний аллювий синхронен аллювию седьмой надпойменной террасы Ангары, стратиграфическое положение которого определяется находкой *in situ* древней лошади *Equus cf. süssenbornensis* - одной из руководящих форм таманского фаунистического комплекса.

Во второй половине палеогена вследствие продолжавшихся поднятий вдоль зоны интенсивных разрывных

нарушений заложилась современная долина Енисея, которая ниже Красноярска унаследовала отдельные участки долины Палео-Енисея. Наступившее в это время резкое похолодание климата вызвало покровное оледенение, охватившее значительные территории Севера Сибири. Следы этого оледенения в виде погребенных ледниковых и водно-ледниковых осадков, заключающих семенную флору нижне-плейстоценового, установлены во многих пунктах.

По данным Б.В. Мизерова, граница этого оледенения в Приенисейской зоне проходила южнее р. Елогуя, но несколько севернее границы распространения максимального (самаровского) оледенения.

Приледниковый озерно-речной бассейн, образовавшийся вследствие подпора ледником вод Енисея и таяния льдов, протянулся с севера на юг на 300-350 км, достигнув истоков современных рек Кеми и Кети. Такой обширный бассейн мог образоваться только в условиях слабой расчлененности земной поверхности и отсутствия значительных ложбин стока.

Верхняя (торгашинская) терраса Енисея (100-130 м) развивалась только в южных районах, а, начиная с широты д. Предивной, приустьевая часть реки сливалась с озерно-речным бассейном, что привело здесь к формированию единой обширной поверхности, включающей террасу и озерно-аллювиальную равнину; абсолютные высоты последней убывают с юга на север от 260 до 130 м. Приледниковое озеро постепенно перемещалось на север вслед за отступавшим ледником. Накопление аллювия террасы и одновозрастных с ним озерно-аллювиальных отложений продолжалось и в течение некоторого отрезка времени тобольского межледниковья. В отложениях, слагающих верхнюю террасу Енисея, близ г. Красноярска *in situ* В.Л. Белым, С.Д. Воронкевичем и др. найдены костные остатки крупной формы *Equus caballus sub.*, которые, по определению Э.А. Вангенгейм, свидетельствуют о нижне-средне-плейстоценовом возрасте этой террасы. В озерно-аллювиальных отложениях нижнего участка долины р. Каса А.Р. Ананьев и Л.Н. Ивановский установили болотно-таежный комплекс растительных остатков, который, по определению П.А. Никитина, имеет средне-плейстоценовый или, быть может, даже нижне-среднеплейстоценовый возраст. Стратиграфическим аналогом этих отложений является пантелеевская свита выполняющая Енисейскую впадину ниже Подкаменной Тунгуски.

В конце тобольского - начале самаровского веков в условиях начавшегося похолодания в Приенисейской зоне произошли эпейрогенические колебания, повлекшие за собой врезание Енисея в ранее отложенный им аллювий и нижележащие коренные породы на 40-50 м и формирование пятой надпойменной террасы. Ниже р. Большого Каса терраса была впоследствии погребена образованиями самаровского оледенения и сохранилась в виде туруханского горизонта.

В пределах Приенисейской зоны самаровские ледники наступали с севера Средне-Сибирского плоскогорья и с северо-западной окраины Енисейского кряжа. Граница самаровского оледенения по сравнению с границей древнейшего оледенения несколько сместилась к югу и западу.

А.А. Земцов и С.Б. Шацкий считают, что во время самаровского оледенения сток вод Енисея осуществлялся по древней ложбине, ориентированной в юго-западном направлении по линии современных долин Тыма и Сыма. Воды Енисея и талые воды ледника, вероятно, стекали также на запад по широкой долине р. Большого Каса. Благодаря этим крупным ложбинам стока самаровский перигляциальный бассейн имел сравнительно небольшие размеры; южная граница его проходила близ р. Большого Каса, т.е. значительно севернее приледникового озерно-речного бассейна древнейшего оледенения.

В первой половине самаровского века произошло новое врезание Енисея в дно долины. Последующий подпор вод реки ледником повлек за собой формирование во внеледниковой зоне четвертой (45-55 м) надпойменной террасы. В террасовых отложениях найдены остроконечник мустьерского типа и костные остатки *Elephas primigenius* Blum - ранняя форма; *Rhinoceras antiquitatis* Blum, *Bison priscus deminutus* W.Grom. и других животных, характерных для средне-плейстоценового времени. Четвертая терраса распространялась вниз по течению Енисея вслед за отступавшим ледником. Детальное изучение минералогического состава аллювия и палинологические данные позволяют считать, что эта терраса продолжала формироваться и в течение последующего (мессовского) межледниковья.

В санчуговско-тазовское время существовал сравнительно холодный климат. Южные районы Приенисейской зоны испытывали в это время эпейрогеническое поднятие, обусловившее врезание Енисея на 50-60 м. В это время Енисейская впадина ниже Подкаменной Тунгуски постепенно опускалась и затоплялась водами морского залива. Южнее санчуговского залива вследствие подпора его вод в долине Енисея сформировался локальный террасовый уровень (35-50 м), прослеживающийся вверх по течению реки до устья р. Большого Каса.

В результате абразионно-аккумулятивной деятельности санчуговского залива, где находились плавающие льды и айсберги, четвертая терраса была отчасти размыта и перекрыта морскими и ледниково-морскими осадками; аллювий террасы сохранился здесь в погребенном состоянии в виде песчаного мессовского горизонта.

Следует отметить, что высказываемое некоторыми исследователями предположение о том, что во время санчуговской трансгрессии существовало тазовское оледенение, имевшее покровный характер и распространявшееся по Западно-Сибирской низменности до 62-63° с.ш., геолого-геоморфологическим строением долины Енисея не подтверждается.

К началу казанцевского века на месте отступившего санчуговского залива в долине Енисея образовался широкий озерно-речной бассейн, в котором осаждались озерно-аллювиальные осадки, слагающие третью надпойменную террасу. В пределах же внеледниковой зоны в казанцевское время в долине накопилась довольно однородная аллювиальная песчаная толща мощностью до 40 м. В аллювии террасы выявлены спорово-пыльцевые комплексы, характеризующие хвойные леса смешанного типа.

Северная граница третьей террасы Енисея совпадает с южной границей максимальной (костинской, или караульской) стадии зырянского оледенения. Севернее д. Бакланихи аллювий этой террасы прослеживается в погребенном состоянии в виде казанцевского горизонта, который непосредственно перекрывается зырянскими ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями.

В зырянское время в связи с новыми эпейрогеническими колебаниями произошло врезание Енисея на 35-45 м и началось формирование второй надпойменной террасы. В террасовых отложениях найдены костные остатки млекопитающих *Elephas primigenius* Blum, *Rangifer tarandus* L., *Alopex lagopus* и других животных верхнепалеолитического комплекса. Низы аллювия содержат бедные спорово-пыльцевые комплексы, характеризующие лесостепной ландшафт. Выше по разрезу происходит обогащение состава микроспор, среди которых начинает преобладать пыльца древесных растений, достигающая в верхних горизонтах аллювия террасы 97%. Приведенные данные позволяют считать, что терраса формировалась в течение зырянского и последующего каргинского веков.

В пределах ледниковой зоны вторая терраса образовалась в виде двух уровней, возвышающихся над рекой на 60 и 40 м. Верхний уровень террасы сформировался в перигляциальном бассейне, образовавшемся южнее пос. Ермаковского во время второй (ермаковской, или ньяпанской) стадии зырянского оледенения. Он прослеживается только севернее поселка и сливается со второй террасой среднего течения Енисея.

Сток вод Енисея и талых ледниковых вод происходит в то время в сторону р. Таза по широкой ложбине, ориентированной по линии нижнего и среднего участков современной долины Турухана. Спуск вод в известной мере осуществлялся также по ложбине, соединявшей озерно-речной бассейн Енисея с Енисейским заливом через верховья р. Турухана и Большую Хету [Альтер, 19602].

В начале каргинского века в связи с распадом и отступанием зырянского ледника воды приледникового озерно-речного бассейна прорвались на север, вследствие чего река врезалась в дно долины на 20 с лишним метров. Начавшаяся в это время морская ингрессия обусловила формирование нижнего локального уровня второй надпойменной террасы. Этот террасовый уровень при высоте 30-40 м, затем 25-30 м прослеживается от низовьев реки до с. Верхнеимбатского. В самом устье аллювий террасы фациально замещается эстуарно-морскими образованиями каргинской ингрессии с *Pecten islandicus* M. и *Astarte crenata* Gray.

В конце верхне-четвертичной эпохи сформировалась первая надпойменная терраса Енисея. К этому времени

полностью исчезла мамонтовая фауна. Близ г. Красноярска в террасе установлена стоянка «Переселенческий пункт», относимая к поздней стадии верхнего палеолита. Дальнейшие колебания земной коры, проявившиеся в Приенисейской зоне уже в современную эпоху, привели к образованию высокой поймы и ее уступа.

Таким образом, в долине Енисея устанавливается семь эрозионно-аккумулятивных циклов, вследствие которых сформировалось шесть надпойменных террас и высокая пойма. Каждый цикл соответствует определенному этапу эпейрогенических колебаний земной коры Приенисейской зоны.

Отсюда следует, что возраст террас омолаживается от низовьев к истокам и самый молодой эрозионный цикл, с которым связано формирование поймы, еще не охватил всей долины Енисея, а ограничивается в настоящее время только нижним течением реки. Если согласиться с тем, что террасы р. Енисея развивались регрессивно, мы должны допустить, что аллювиальная толща высокой поймы реки мощностью в 60-20 м накопилась вследствие повышения главного базиса эрозии в послесартанское время и что за 8000-12000 лет успела распространиться от низовьев Енисея вверх по течению реки на 2000 с лишним километров, т.е. примерно по 165-250 м в год.

Касаясь механизма осадконакопления в речных долинах, справедливо отметить, что даже при самых благоприятных обстоятельствах требуется очень большой промежуток времени, чтобы подпор заметно сказался на мощности аллювия в верховьях даже для крупных равнинных рек с очень пологими продольными профилями.

Если для регрессивного распространения одной лишь избыточной мощности аллювия недостаточно десятков тысячелетий, их тем более недостаточно для регрессивного врезания Енисея на расстояние свыше 2000 км, предшествовавшего накоплению аллювия той или иной террасы.

В продольном строении долины Енисея намечаются две области, резко отличные друг от друга по своим тектоническим особенностям: область поднятий - выше Подкаменной Тунгуски и область погружений - ниже по течению реки. В области поднятия сохранились все надпойменные террасы, причем шестая, пятая и четвертая террасы - цокольные. Вниз по течению число террас последовательно уменьшается. Одновременно происходит постепенное погружение цоколя и аллювия верхних и средних террас, которые в разрезе перекрываются все более молодыми образованиями (рис. 3).

Изучение окрестностей г. Красноярска началось довольно рано по сравнению со многими другими районами и областями Сибири. Интерес был обусловлен доступностью района и сложностью геологического строения, где на небольшой территории оказались сосредоточены геологические образования разного возраста, принадлежащие к нескольким крупным геологическим структурам, сочленяющимся в районе города.

В изучении района можно выделить три этапа, различающихся масштабами и методикой работ. На первом, включающем XIX - начало XX вв., преобладали маршрутные исследования. На втором - с 1917 по 1946 гг. определяющими работами были мелкомасштабные геологические съемки. Третий этап (до середины 1980-х гг.) характеризуется проведением средне- и крупномасштабных геологических съемок и выполнением (в значительной мере в интересах съёмочных работ) разнообразных тематических исследований. На новейшем этапе основной объём геологических исследований в районе был связан с подготовкой к проведению и выполнением геологических съёмок нового поколения.

Сведения об исследованиях *первого этапа*, проведенных в дореволюционный период, достаточно подробно изложены академиком В. А. Обручевым в его «Истории геологического исследования Сибири».

В 1829 г. через Сибирь, совершая кругосветное путешествие, проехал русский ученый Г. А. Эрман. Он совершил несколько экскурсий в окрестностях г. Красноярска, отчет о которых был опубликован лишь в 1838 г. г. Берлине. Он описал горные породы, обнажающиеся у дер. Базаихи п с. Торгашино: битуминозные известняки, налегающие на грубый песчаник, глинистые сланцы, вверх по р. Базаиха также перекрывающиеся известняком, отметил «соприкосновение глинистых сланцев с гранитами».

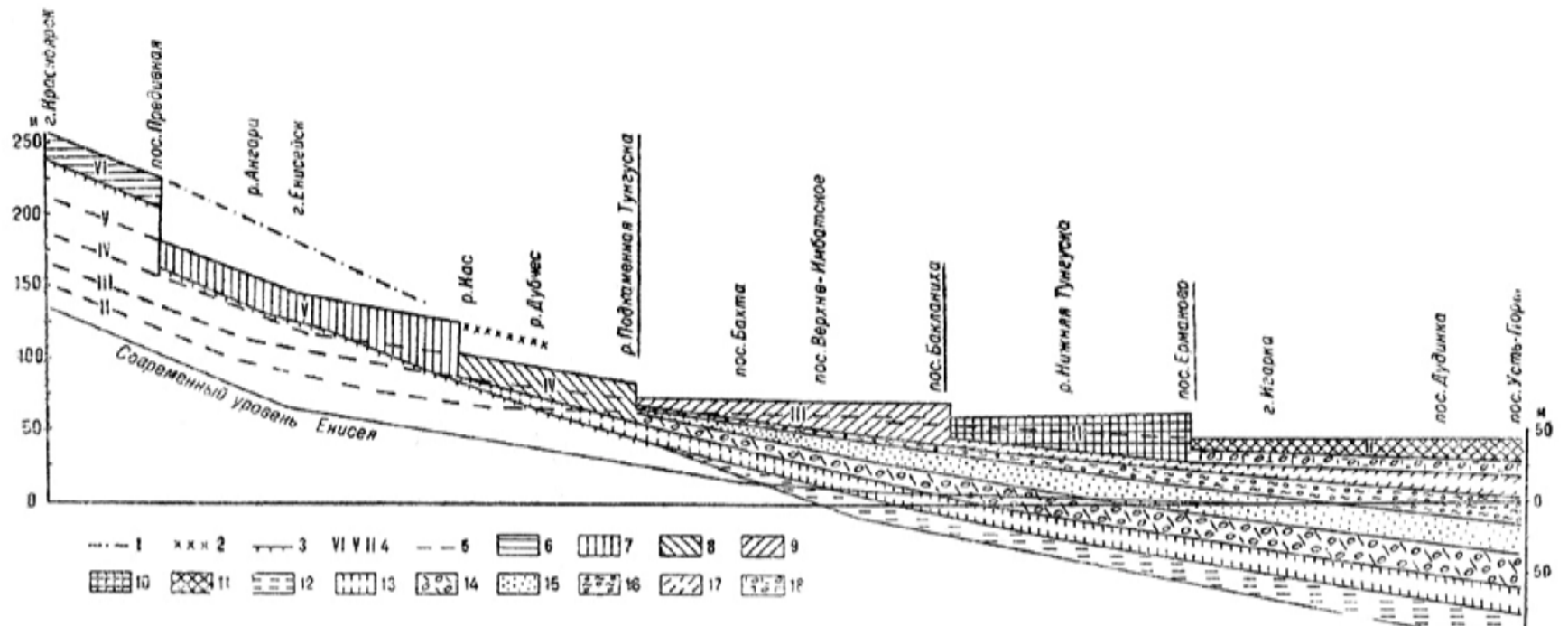
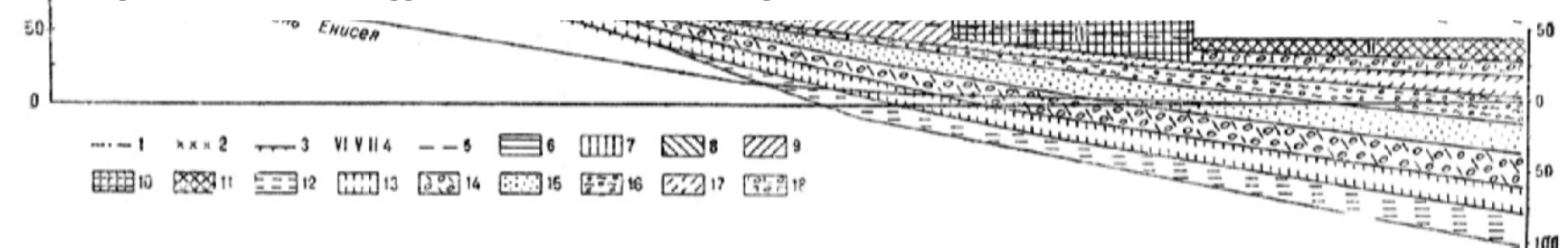


Рис. 3-Схема продольного строения террас левого борта долины Енисея и соответствующих им погребенных горизонтов аллювиальных и озеро-аллювиальных отложений на участке Красноярск – Усть-Порт.

1-Водораздельная озеро-аллювиальная равнина приледникового бассейна древнего оледенения; 2-водораздельная озерно-аллювиальная равнина приледникового бассейна самаровского оледенения; 3-цоколь из дочетвертичных пород; 4-номера террас; 5-продолжение террасовых уровней вверх по течению рек; 6-VI надпойменная терраса; 7-V надпойменная терраса; 8-IV надпойменная терраса; 9-III надпойменная терраса; 10-верхний уровень II надпойменной террасы; 11- нижний уровень II надпойменной террасы; 12 пантелеевская свита; 13-туруханский горизонт; 14-самаровский горизонт; 15-месовский горизонт; 16-тазовско-санчугорский горизонт; 17-казанцевский горизонт; 18-зырянский горизонт.

Примечание: Река Подкаменная Тунгуска, п. Бакланиха, п. Ермаково (подчеркнуто в схеме) по своему географическому положению соответственно отвечают южным границам санчуговской трансгрессии, зырянского оледенения и ермаковской стадии зырянского оледенения.

Первая надпойменная терраса и пойма в схеме не отображены.



В 1830 г. в Красноярском районе Енисейской губернии было открыто россыпное золото. С этого момента началась «золотая лихорадка», в середине XIX в. вывела Енисейскую губернию на первое место среди золотодобывающих областей мира. Но в самом Красноярском округе россыпи оказались бедными, и золотодобывающая промышленность большого развития не получила. Но можно с уверенностью сказать, что на территории заповедника «Столбы» не осталось ни одной речки, ни одного ручья, на которых не поработали бы искатели счастья. До сих пор можно встретить следы старых старательских работ.

В 1842 г. через Красноярск, возвращаясь из путешествия в Восточный Алтай, проехал выдающийся путешественник П. Я. Чихачев. Он совершил экскурсию к низовьям р. Базаихи и экскурсию на «Столбы», поднявшись к ним, по-видимому, по р. Лалетиной и спустившись по руч. Моховому. Эти экскурсии были описаны в книге, изданной на французском языке в г. Париже в 1845 г. В ней он дает краткое описание пород, встреченных по ходу маршрута (известковый песчаник, белый мергель, красный песчаник), красочно описывает Столбы, сложенные «граносиенитом», отмечает, что они являются частью массива гранитной формации, «как будто заключенного в рамку осадочных пород». На русском языке работа П. А. Чихачева впервые увидела свет только в 1974 г.

В 1843 г. Э. Гофман, профессор Горного института и Санкт-Петербургского университета, и геолог Д. Макеровский по заданию правительства посетили некоторые промыслы Сибири. Находясь в Красноярске, они осмотрели оба берега Енисея выше города, посетили Столбы. В своем отчете Э. Гофман написал, что породы Столбов прорывают граувакку и глинистые сланцы, которые обнажаются у д. Базаихи и на левом берегу Енисея. Он отметил несогласное залегание красноцветных песчаников у с. Торгашино на известняках.

Первое более обстоятельное исследование этой местности произвел В. К. Златковский в 1884 г. В нижнем течении р. Базаихи он описывает граувакковую формацию, сложенную известняками и перемежающимися с ними песчаниками и сланцами. Он впервые находит фауну в известняках у с. Торгашино, принадлежащих, по его мнению, к этой же формации. Ф. Б. Шмидт определяет эту фауну как девонскую («кораллы плохой сохранности»). В. К. Златковским были описаны граниты, диабазы и порфиры, прорывающие «серовакковую формацию».

В окрестностях Красноярска в 1885 г. побывал И.Д.Черский. Известняки близ с. Торгашино им были отделены от серых вакк и отнесены к девону на основании тех же определений Ф. Б. Шмидта. Граувакковую формацию он считал силурийской. И. Д. Черский отрицал палеозойский возраст и изверженное происхождение пород Столбов и отнес их к гнейсам архея. Признание столь древнего возраста столбовских сиенитов, по-видимому, связано с тем, что в то же время (1866) у И. Д. Черского появилась идея о том, что Восточный Саян вместе с Забайкальем представляют собой сушу, с древних времен не покрывавшуюся морем, позже (1901) названную «древним теменем Азии».

В 1890 г. Н. Б. Латкин опубликовал очерк о природе Красноярского округа, коснувшись особенностей геологического строения. К. С. Еленев при описании костеносных пещер по рекам Бирюса и Караульная отметил также пещеру в высоком утесе на берегу Енисея, вблизи устья р. Караульной с остатками стоянки человека железного века.

В конце XIX в. в связи со строительством транссибирской железнодорожной магистрали составляются геологические карты вдоль ее трассы. Для Красноярского округа такая карта в масштабе 10 верст в 1 дюйме была составлена К. И. Богдановичем в 1893-1894 гг. Ранее (1893) К. И. Богдановичем в этом районе была выделена граувакковая свита, которую он назвал енисейской. Позднее, в работе 1894 г. к енисейской свите он отнес все известняки, в том числе торгашинские, бирюсинские и овсянковские. Возраст известняково-граувакковой свиты, с учетом определений Ф. Б. Шмидта, признан был им позднесилурийским-раннедевонским. К. Т. Богданович подтвердил изверженное происхождение сиенитов Столбов, указав на контактовые изменения во вмещающих породах, и определил время извержения: между окончанием отложения торгашинского известняка и началом отложения красноцветной толщи, несогласно перекрывающей известняк.

В 1893 г. Н. Л. Ижицкий сделал маршруты по р. Мане и Базаихе. Свои палеонтологические сборы из торгашинских известняков он передал Э. В. Толлю, который пришел к выводу, что окаменелости, ранее принятые за «плохие кораллы», являются археоциатами. Ошибка Ф. Б. Шмидта была исправлена и торгашинские известняки по возрасту были отнесены к кембрию. Позднее (1889) он уточняет их возраст: конец раннего кембрия - начало среднего. В 1903 г. к этому мнению присоединяется Ф. Б. Шмидт. Это определение возраста было подтверждено многими работами советских палеонтологов (Лермонтова, 1924; Репина, 1960; Журавлева, 1962 и др.). К настоящему времени установлено, что фауна археоциат в средний кембрий не проходит, и эти отложения считаются исключительно раннекембрийскими.

Огромную роль в дальнейшем направлении исследований в данном районе сыграла работа В.А.Обручева. В 1908 г., будучи профессором Томского технологического института, он организует летнюю практику студентов по геологической съемке в окрестностях г. Красноярска. Им велась работа по составлению детальной карты этого района. С этой целью была изучена площадь на правом берегу Енисея от устья р. Маны до с. Торгашино, включая «Столбы», и узкая полоска обнажений вдоль левого берега Енисея выше г. Красноярска. Карта и объяснительная записка были подготовлены к изданию учеником В. А. Обручева А. И. Козловым, но во время революции они пропали.

В 1918 г. выходит статья В. А. Обручева «О торгошинском известняке и енисейской свите», которая положила начало многолетней дискуссии о границе кембрия и протерозоя в северо-западной части Восточного Саяна. В своей статье В. А. Обручев подробно останавливается на взаимоотношениях торгошинского известняка и подстилающих его пород, которые В. А. Обручев называет енисейской свитой в раннем понимании К. И. Богдановича. Известняк залегает на енисейской свите резко несогласно, что доказывается разной степенью дислоцированность пород и тем, что дайки диабазов, в изобилии встречающиеся в енисейских отложениях, не прорывают торгошинских известняков. Вывод о наличии крупного несогласия в основании торгошинских известняков позволил В. А. Обручеву отнести более древние отложения к протерозою.

Эта работа завершает первый этап исследования геологического строения окрестностей г. Красноярска. Стало очевидным, что в северной части Красноярского края (так его называли раньше) имеются надежно охарактеризованные фаунистически нижнекембрийские отложения и подстилающие их более древние карбонатно-терригенные толщи, лишенные окаменелостей. Были определены породы, слагающие «Столбы», и их относительный возраст, установлены другие интрузивные тела (диабазы, диабазовые порфириды), прорывающие граувакковые породы.

Более детальное изучение территории, отвечающее *второму этапу* исследований, было осуществлено в 1924-1941 гг. Район неоднократно исследовался А. Г. Вологдиным (1928, 1929, 1931, 1933, 1937). Он изучал низовья р. Маны с целью выбора места «для гидросиловых установок». В 1933 г. он изучал берега Енисея в районе Караульнинского створа под проектируемую Красноярскую гидроустановку, а в 1937 г. им была дана характеристика района для путеводителя по Красноярскому краю для XVII сессии Международного геологического конгресса. Следует отметить, что, в отличие от В. А. Обручева, А. Г. Вологдин последовательно отрицал наличие протерозойских образований в Восточном Саяне.

В 1929 - 1930 гг. геологическую съемку северной части Красноярского края проводит Ю. А. Кузнецов. Он составляет карту в масштабе 10 верст в 1 дюйме (1:420 000) этой территории и карту (1 верста в 1 дюйме) низовьев р. Базаихи. Большим достоинством данной работы явилось детальное петрографическое описание магматических пород района. Фактически именно Ю. А. Кузнецовым впервые была составлена цельная схема стратиграфии и магматизма Красноярского района, к которым в основных своих чертах (в первую очередь - в отношении вещественного состава и возрастной последовательности подразделений) восходят и современные схемы. Хотя, конечно, современные схемы, в сравнении с прежними, существенно детализированы, а возраст некоторых подразделений уточнен или пересмотрен. В отложениях девонского возраста, налегающих с несогласием на торгошинские известняки, Ю. А. Кузнецовым были обнаружены богатые местонахождения флоры. После изучения этих находок А. Р. Ананьевым их стали считать классическими для Сибири.

В 1936 г. Красноярский хребет впервые посещает К. В. Радугин. Работая в долине р. Маны, он выделил ряд протерозойских свит. В 1947 г. он возобновил наблюдения и до конца своей жизни постоянно занимался исследованиями северо-западных отрогов Восточного Саяна.

В 1936 г. геологическую съемку масштаба 1:100000 центральной части Красноярского района проводят И. К. Баженов и М. П. Нагорский. Их исследования дали новый интересный материал для возобновления новых споров о кембрии и докембрии Красноярского хребта. Много критики в адрес этой работы было высказано А. А. Предтеченским, которому был поручен осмотр разреза по р. Базаихе в ходе подготовки сибирской экскурсии XVII сессии МГК. В статье «Разрез древнего палеозоя района (Красноярска)» (1937) им критикуется стратиграфическая схема. К. Баженова и М. П. Нагорского и отрицается крупное несогласие в подошве торгошинских известняков. В свою очередь, выводы Л. А. Предтеченского были подвергнуты критике А. Н. Чураковым. В 1941 г. выходит из печати монография А. Н. Чуракова «Протерозой северозападной части Восточного Саяна», где он критически пересматривает сложившиеся к тому времени взгляды на стратиграфию и тектонику. Он настаивал на существовании в районе протерозойских свит, отделенных «огромным перерывом» от торгошинского известняка. В данной

монографии был впервые выделен перидотитовый пояс Восточного Саяна, к которому отнесены гипербазиты Красноярского района. Можно сказать, что работа А. Н. Чуракова подвела итог второму этапу.

Третий этап характеризуется геологическими съемками среднего и крупного масштаба, как с целью создания кондиционных карт, так и сопровождающими поисковыми и тематическими работами. С 1949 по 1955 гг. «Енисейстрой» проводил поисково-съёмочные работы, в которых принимали участие А. Н. Легкое, В. Д. Фокин, И. И. Журин, Ю. А. Кудрявцев, Е. Я. Горбачев и Г. А. Месумян. Съёмки этого периода проводились с узкопоисковыми целями, без достаточного внимания к изучению геологического строения района.

В процессе подготовки строительства Красноярской гидроэлектростанции в 1955 г. работниками Ленгидэпа Д. П. Прочухан и А. И. Сизовым проводились специальные инженерно-геологические исследования для выбора створа под плотину. Детальными буровыми работами был подтвержден прорыв эффузивной толщи, относившейся к раннему девону, столбовскими сиенитами и граносиенитами.

В 1954 г. началась геологическая съёмка масштаба 1:200 000 листов N-46-III и N-46-IV. На первом берегу вели работы В. М. Чаиркин и Р. Ш. Залялеев, на втором - В. В. Беззубцев и И. П. Жуйко. Геологические карты этих авторов легли в основу первой унифицированной схемы стратиграфии и магматизма северо-западной части Восточного Саяна.

Начиная с 1953 г., в северо-западной части Восточного Саяна работала группа геологов СО АН СССР во главе с В. В. Хоментовским (М. А. Семихатов, Л. Н. Репина); позже исследования здесь также вели Ю. В. Шенфиль, А. С. Гибшер и др. Ими детально изучен ряд опорных разрезов и проведено картирование участков, наиболее важных для решения вопросов стратиграфии. Результаты этих исследований были обобщены в монографии (Хоментовский и др., 1960).

С середины 1950-х гг. в районе Красноярска ведёт работы доцент, а в дальнейшем - профессор Томского университета А. Р. Ананьев. Предметом его исследований было изучение комплексов девонской флоры южной Сибири и установление их стратиграфического значения. Результаты этих работ опубликованы им в 1959 г. в монографии «Важнейшие местонахождения девонских флор в Алтае-Саянской горной области». В частности, А. Р. Ананьевым впервые было детально исследовано и подробно описано открытое ранее Ю. А. Кузнецовым Торгашинское местонахождение псилофитовой флоры на окраине Красноярска, с тех пор считающееся одним из наиболее представительных местонахождений девонских растений в мире. В целом по Алтае-Саянской области А. Р. Ананьевым было выделено три крупных комплекса флоры, отвечающих трём отделам девонской системы, чем был внесён очень важный вклад в стратиграфию девонских отложений региона.

С 1959 по 1960 гг. в районе г. Красноярска и его окрестностях производятся геологические съёмки масштаба 1:50 000. Съёмки выполнялись на разных листах в различные годы А. И. Владимировым, С. И. Макаровым и В. П. Богадицей, В. М. Гавриченковым и А. П. Косоруковым. В 1968 г. геологическая карта на площадь четырёх листов масштаба 1:50 000, отвечающая территории города Красноярска и его ближайшей пригородной зоне (листы 0-46-138-Г, 0-46-139-В, N-46-б-Б и N-46-7-А), была подготовлена С. И. Макаровым и В. П. Богадицей к изданию в ранге государственной. Но издание Госгеолкарт крупного масштаба было на неопределённое время отложено, и, в конечном счёте, этот проект так и не был реализован.

В целом можно считать, что геологические съёмки масштаба 1:50 000 подвели итог крупному этапу геологических исследований. Все исполнители этих работ в той или иной мере успешно детализировали геологические карты своих участков, в целом опираясь на схемы стратиграфии и магматизма, разработанные при производстве среднемасштабных съёмок. Но при этом решению общих вопросов геологического строения района существенного внимания не уделялось. Листы геологических карт, составленных различными авторами, между собой никак не увязывались; вопросы стратиграфического расчленения и корреляции картируемых подразделений решались на них по-разному. В наибольшей мере это относится к образованиям древнего складчатого комплекса верхнего докембрия -нижнего кембрия. На этом стратиграфическом уровне разные авторы, даже используя большей частью одни и те же названия стратиграфических подразделений, их литологический состав, строение и возраст

истолковывали каждый по-своему, что только запутывало понимание геологического строения и геологической истории района.

Существенные вопросы и противоречия остались по вопросам стратиграфии вулканогенных и осадочных образований, относившихся к девону. Мощная вулканогенная толща, протягивающаяся от Красноярска в западном направлении, всеми авторами целиком относилась к быскарской серии с возрастом D_{i2} . При этом считалось, что в восточном направлении эти образования замещаются разновозрастными отложениями астафьевской и карымовской свит, имеющими большей частью терригенный состав, да и заметно отличающихся по набору присутствующих в них вулканических пород. Наличие такой резкой смены состава на одном возрастном уровне и на протяжении всего лишь первых километров какому-либо внятному объяснению не поддавалось. Сама «быскарская серия» также расчленялась разными авторами совершенно по-разному, с выделением собственных толщ и пачек на разных листах карты.

Нерешённым оставался вопрос о геологической позиции тел, сложенных породами ультраосновного состава. Большинство авторов они рассматривались как интрузии, и возраст их, соответственно, определялся в зависимости от возраста тех пород, в окружении которых они залегают. Впервые, благодаря крупному масштабу съёмки, на картах было отображено внутреннее строение интрузий столбовского комплекса. Но выявленная картина совершенно не согласовывалась со сложившимся представлением о штокообразной форме массивов, и никто на такое противоречие даже не обращал внимания.

Слабо изученными и почти не расчленёнными на геологических картах оставались четвертичные отложения. Относительная ясность была достигнута лишь в отношении стратиграфического расчленения и корреляции отложений среднего-верхнего девона, нижнего карбона и юры. Стратиграфические схемы этих уровней приобрели практически современный вид.

Одновременно в конце 1960-х и в 1970-х гг. выходит ряд работ, подводящих итоги многолетних тематических работ по отдельным вопросам геологии региона. В 1967 г. опубликована монография А. А. Предтеченского, в которой изложены результаты его почти тридцатилетних исследований северо-западной части Восточного Саяна.

В 1978 г. З. П. Любалинская и Д. М. Бондарева завершили составление геолого-литологической карты юга Красноярского края, в которой был отражён принципиально новый взгляд на геологическое строение древнего складчатого комплекса района г. Красноярска. Они выделяют здесь ряд тектонических пластин, внутри каждой из них в отдельности устанавливается стратиграфическая последовательность древних толщ. Вдоль тектонических контактов блоков развиты линзовидные тела гипербазитов, подстилающие стратифицированный разрез, начинающийся во всех блоках основными эффузивами. Противоположные контакты гипербазитовых тел, по мнению этих авторов, повсеместно тектонические. С конца 50-х гг. район Красноярска привлекает неизменное внимание геологов-четвертичников, изучающих геологическое строение террасового комплекса среднего течения р. Енисей. В разные годы здесь ведут работы С. И. Горшков, В. А. Зубаков, Т. Н. Фениксова и другие исследователи. Разные авторы выделяют здесь 7 или 8 террасовых уровней, находящихся на нескольких гипсометрических отметках, заключённых в диапазоне до 160 м над современным уровнем Енисея. Т. Н. Фениксова (1978) выделяла сверх этого несколько ещё более высоких террасовых уровней (выше 200 м), рассматривая их как плиоценовые.

Большой вклад в исследования кайнозойских отложений долины р. Енисей и междуречья Енисей - Базаиха внес Р. А. Цыкин. Кроме того, им были составлены средне- и крупномасштабные геоморфологические карты окрестностей г. Красноярска, в том числе, и для участков проведения геологических маршрутов учебной геологической практики студентов 1-го курса геологических специальностей.

В шестидесятых - семидесятых годах прошлого века в толщах известняков венда и нижнего кембрия экспедициями самодеятельных спелеологов были открыты карстовые пещеры.

Р. А. Цыкин и Ж. Л. Цыкина уделяли большое внимание изучению структурно-геологических особенностей торгашинских известняков, а также внесли существенный вклад в исследования карста и пещер Караульнинского и Торгашинского участков.

Наибольшую известность получили спелеообъекты Торгашинского участка, где пользуются популярностью одноименная шахта и разветвленная пещера Ледяная, а также полости Караульнинского участка. Здесь на основе пещеры Караульная-2 в 2004 г. создан научно-природоохранный рекреационный комплекс. Карстовые участки являются геологическими достопримечательностями территории, часто посещаемыми школьниками и студентами.

Последней работой, которую можно отнести к данному этапу исследований, является групповая геологическая съёмка м-ба 1:50 000 западной части Канско-Ачинского угленосного бассейна (В. А. Калинин и др., 1985). Съёмкой была одновременно охвачена обширная территория от г. Красноярска до района г. Боготола. При этом в окрестностях г. Красноярска впервые в крупном масштабе было отражено строение вулканического комплекса на территории от Николаевской сопки до района ст. Минино, а также осадочных отложений среднего-верхнего девона и юры к северо-западу от Красноярска. После этого не охваченными крупномасштабной геологической съёмкой остались лишь территории, примыкающие к г. Красноярску с востока, юго-востока и северо-востока.

В то же время уже в 1980-е гг. начинаются работы, связанные с подготовкой к новому этапу геологических съёмок. Первоначально предполагался переход к производству крупномасштабной геологической съёмки (1:50 000) нового поколения, которая выполнялась бы на новом, более высоком методическом и научном уровне и при более жёстких требованиях к качеству. Для этого, в частности, было необходимо увязать между собой схемы стратиграфии и магматизма, разработанные для отдельных небольших участков, а также устранить существующие в них противоречия. Кроме того, необходимо было уже на подготовительном этапе устранить нерешённые вопросы или поставить задачи по их решению непосредственно в процессе будущих съёмок. В дальнейшем от планов проведения геологической съёмки в ранге государственной решено было отказаться и вместо этого перейти к повторному картированию территории России в масштабе 1:200 000 на качественно новой основе (ГДП-200/2). Но задачи, указанные выше, остались, и их решение было продолжено - первоначально в рамках специализированных тематических работ.

С 1979 по 1981 гг. сотрудниками ИГиГ СО АН СССР А. С. Гибшером, А. А. Терлеевым и др. (Хоментовский и др., 1981; Терлеев, 1984) велись тематические работы по разработке стратиграфической схемы верхнего докембрия - нижнего кембрия северо-западной части Восточного Саяна. Ими были детально изучены опорные участки распространения свит верхнего протерозоя и кембрия, получен новый материал по их составу, расчленению и корреляции позднего докембрия и кембрия северозападной части Восточного Саяна. По итогам исследований была разработана новая стратиграфическая схема этих отложений и составлен авторский вариант геологической карты масштаба 1:50 000 на территорию между устьем р. Мана и западной окраиной г. Красноярска, охватывающую площади съёмки различных авторов прежних крупномасштабных геологических карт. Эта карта, несмотря на несовершенство использовавшейся стратиграфической схемы, до сих пор остаётся, пожалуй, лучшей картой данного участка и в наибольшей мере соответствует имеющемуся фактическому материалу. Главным достижением авторов в вопросах стратиграфии был вывод о том, что по комплексу микрофитолитов и положению в разрезе овсянковская свита, ранее считавшаяся верхнерифейской, занимает положение вблизи границы венда и кембрия. Это был важный вывод, который в дальнейшем позволил привести стратиграфическую схему позднего докембрия и кембрия района к её современному виду.

С 1986 г. в Красноярском крае начались работы по составлению серийных легенд для геологических карт сначала масштаба 1:50 000, а в дальнейшем и 1:200 000. В рамках этих работ в 1988-1989 гг. группой красноярских геологов под руководством М. Л. Махлаева (Махлаев и др., 1990) детально изучалось геологическое строение вулканического комплекса западнее г. Красноярска и внутреннее строение интрузий столбовского комплекса. Были увязаны схемы стратиграфического расчленения эффузивных образований, разработанные для разных участков их развития. На основе изучения кристаллизационной зональности и элементов прототектоники были пересмотрены прежние представления о форме интрузивных массивов столбовского комплекса. Выяснилось, что они представляют собой полого залегающие пластообразные тела либо лакколиты, что впоследствии было подтверждено

геофизическими данными. Петрографические отличия состава различных массивов столбовского комплекса друг от друга объяснены различиями в глубинности их становления и величине эрозионного среза. Минералого-петрографическими данными подтверждена комагматичность сиенитов столбовского комплекса и трахитов вулканогенной толщи, относимых в настоящее время к имирской свите, и, соответственно, принадлежность их к единой вулканно-плутонической ассоциации (ВПА).

В это же время в лаборатории изотопной геохронологии ВСЕГЕИ были получены первые радиоизотопные датировки возраста пород столбовского комплекса. Вопреки устоявшимся представлениям о раннедевонском возрасте комплекса, они оказались средне-позднеордовикскими. Одновременно стали появляться данные о широком проявлении ордовикского магматизма в сопредельных районах Алтае-Саянской области. Для получения дополнительных данных М. Л. Махлаевым и заведующим лабораторией ВСЕГЕИ А. Г. Рублёвым совместно было выполнено изотопное датирование Лиственского, Шумихинского и Столбовского массивов, результаты которого позволили с уверенностью говорить об их средне-позднеордовикском возрасте (Рублёв и др., 1996). Радиоизотопный возраст вулканической составляющей ВПА был уточнен коллективом специалистов из Новосибирска, Новокузнецка и Красноярска. Этими исследователями был совместно дополнительно изучен и опробован наиболее представительный разрез вулканогенной толщи вдоль р. Енисей напротив г. Дивногорска. Их возраст также был определён как средне-позднеордовикский (Крук и др., 2002). Таким образом, была доказана принадлежность всех магматических образований Качинско-Шумихинской вулкано-тектонической депрессии к образованиям средне-позднеордовикского этапа тектоно-магматической активизации, наличие и широкое проявление которого в центральных районах Алтае-Саянской области установлено работами О. Ю. Перфиловой (2000, 2004).

Вопросы стратиграфического расчленения отложений девона, карбона, юры и четвертичной системы окрестностей Красноярска решались в рамках работ по составлению легенды Канской серии для геологических карт масштаба 1:50 000, выполнявшихся в 1988-1990 гг. Л. Н. Раевской, Л. А. Сафроновой и Т. А. Шаталиной. Ими были изучены основные разрезы отложений этих стратиграфических уровней, а также проведены сборы ископаемой флоры и выделены споропыльцевые комплексы. Ископаемая флора нижнего и среднего девона изучалась сотрудницей Томского университета Т. В. Захаровой - ученицей и многолетней спутницей жизни А. Р. Ананьева. Споропыльцевые комплексы -красноярскими специалистами Л. Н. Петерсон, Л. Д. Гамулевской, С. А. Безруковой. Эти данные позволили детализировать стратиграфические схемы, уточнить положение границ и возрастные рамки стратиграфических подразделений.

В 2000-2002 гг. О. В. Сосновской проведены работы по совершенствованию схем стратиграфии верхнего докембрия - нижнего кембрия Красноярского района и соответствующих разделов серийных легенд. В ходе работ были сделаны новые представительные находки органических остатков в отложениях манской, бахтинской, тюбильской, овсянковской и унгутской свит, позволившие более надёжно обосновать их возраст. Впервые на основе изучения комплексов мелкораквинной фауны было палеонтологически доказано наличие в районе отложений томмотского яруса (самого нижнего в кембрии) и примерно определено положение границы между вендом и кембрием. Установлено, что она проходит в непрерывном карбонатном разрезе вблизи границы между овсянковской и унгутской свитами.

В результате всех перечисленных выше стратиграфических исследований 1980-х - начала 2000-х гг. стратиграфические схемы на район г. Красноярска приобрели современный вид. Именно эти схемы положены в основу всех современных геологических карт района.

В 2000-2001 гг. коллективом сотрудников СО РАН под руководством А. Э. Изоха при участии красноярских геологов А. Э. Динера и др. проведены детальные работы на интрузивном массиве г. Чёрная сопка. В результате исследований дана подробная петрографическая, минералогическая и геохимическая характеристика пород массива, получены их радиоизотопные датировки, свидетельствующие о раннедевонском возрасте интрузии. Установлена комагматичность пород Черносопкинского массива с эффузивами карымовской свиты, развитыми на смежной

территории в районе платформы Петряшино. На основе этих данных было составлено и опубликовано монографическое описание Черносопкинского массива как петротипа одноимённого интрузивного комплекса (Динер и др., 2002).

Детальным изучением строения аллювиального комплекса террас Енисея на протяжении многих лет занимался А. Ф. Ямских. В результате исследований он пришёл к заключению о полициклическом строении аллювия высоких террас Енисея (Ямских, 1993). Основная суть представлений А. Ф. Ямских состоит в том, что в моменты бурного таяния горных ледников, при завершении каждой из ледниковых эпох, сток талых вод был столь масштабным, что Енисей выходил далеко из своих берегов и вода покрывала не только пойму, но и поверхности высоких террас. Выводы А.Ф. Ямских не изменяют представлений прежних авторов о последовательности и времени формирования самих террасовых уступов как форм рельефа. Но из них следует, что в составе аллювия каждой из высоких террас в настоящее время представлены речные отложения различного возраста, отвечающие нескольким «паводковым» эпохам. Эти представления находят косвенное подтверждение и в данных по другим районам Алтае-Саянской области, где в последнее время также обнаруживают геологические свидетельства того, что таяние горных ледников носило катастрофический характер и сопровождалось стоком гигантских объёмов талых вод.

Детальные исследования четвертичных отложений были выполнены также в связи с многолетними археологическими раскопками, проводившимися на верхнепалеолитической стоянке «Лиственка» в черте г. Дивногорска (Лаухин, Чеха и др., 2005). Выполненные этими исследователями реконструкции палеогеографических условий обитания древнего человека позволяют сделать вывод, что во время позднего палеолита, в конце последней ледниковой эпохи, в нашем районе был сухой и холодный климат, и существовал ландшафт приледниковой тундры с разрежённым (не сплошным) растительным покровом.

С 1990-х гг. начались работы по геологическому доизучению и изданию Госгеолкарт масштаба 1:200 000 нового поколения. Велись они по листно, на основе утверждённых новых серийных легенд, с учётом последних данных о возрастах и взаимоотношениях картируемых подразделений. В свою очередь, данные, получаемые при производстве ГДП, также использовались для совершенствования серийных легенд к Госгеол-картам. В окрестностях Красноярска все работы велись коллективом предприятия «Красноярскгеолсъёмка». На листе 0-46-XXXIII - под руководством Е. И. Берзона (2001), на листе 0-46-XXXIV - под руководством Л. П. Никулова (2003). В целом изданные геологические карты этих листов в достаточной мере соответствуют фактическому материалу, в том числе новейшему, и современным требованиям к Госгеолкартам. Возражения ряда специалистов вызывает лишь отнесение вулканогенных образований Качинско-Шумихинской депрессии к имирской свите, выделенной в соседнем регионе и имеющей, по многим данным, другой возраст. Что касается листа N-46-III, то работы на нём неоднократно прекращались в связи с недостатком финансирования, после чего так же неоднократно возобновлялись. В результате исследования велись в разные годы различными специалистами, без единой программы. Это не позволяло осуществлять законченные обобщения получаемых данных, составлять цельное представление о геологическом строении всей территории листа. Завершали обобщение материалов и готовили лист к изданию уже совсем не те авторы, которые начинали его изучение. В результате подготовленная к изданию геологическая карта листа N-46-III содержит большое количество неувязок и несоответствий с фактическим материалом. Многие вопросы, касающиеся тех или иных аспектов геологического строения той территории, остались нерешёнными. На листе N-46-IV работы по геологическому изучению пока не проводились.

В 2005 г. группа специалистов в различных областях наук о природе из нескольких вузов г. Красноярска выступила с инициативой организации в пригородной зоне города учебно-научного полигона ландшафтно-экологического мониторинга, на котором можно было бы отслеживать изменение природной среды под антропогенным воздействием. На подготовительной стадии работ нужно было выполнить детальное изучение всех компонентов природного комплекса территории полигона, в том числе и его геологии. Под создание полигона был выбран участок на западной окраине Красноярска, между Университетским городком и р. Собакина. Геологические

исследования на полигоне велись в 2005-2010 гг. М. Л. Махлаевым и О. Ю. Перфиловой при активном участии студентов красноярских вузов и учащихся школьных геологических кружков г. Красноярска. В результате были детально изучено строение развитого здесь вулканического комплекса ордовика и складчатого комплекса венда-кембрия, слагающего цоколь террас Енисея, составлена геологическая карта территории полигона масштаба 1:25 000 (Махлаев, Перфилова, 2007, 2010; Батин, 2008). Также изучен комплекс четвертичных отложений данной территории и составлена карта четвертичных отложений масштаба 1:25 000 (Махлаев и др., 2009). Впервые в практике геологического картирования была разработана концепция создания карты современных геологических процессов и составлена карта такого содержания, на которой отражены результаты наблюдений над природными геологическими процессами, протекающими на территории полигона в настоящее время (Махлаев и др., 2008).

В заключение можно отметить, что, окрестности г. Красноярска чрезвычайно интересны и сложны в геологическом отношении. Не меньший интерес представляют магматические проявления – интрузивные комплексы ультраосновного, основного, среднего и кислого состава различной щелочности. Очень разнообразны и широко распространены вулканические образования.

Также район интересен в тектоническом отношении. Сложными тектоническими дислокациями (складчатыми и разрывными) характеризуются горные складчатые структуры салаирид Восточного Саяна. Широко представлены платформенные структуры Рыбинской и Чулымо-Енисейской впадин.

В окрестностях г. Красноярска можно наблюдать различные современные геологические процессы и их результаты – различные формы рельефа: образования речных террас и склоновые процессы (оврагообразование, суффозия, оползни); карстовые процессы и их результаты; коры выветривания. Очень ярко представлен техногенный рельеф. Представляет интерес ряд месторождений нерудных полезных ископаемых [76].

1.3. Техногенная трансформация долин малых рек. Исторический аспект

В истории хозяйственного освоения и заселения Енисейского края отчетливо прослеживаются два периода, грань между которыми падает приблизительно на 1710-е годы. К концу первого периода в Мангазейском уезде закончилось формирование постоянного русского населения, численность которого затем почти не изменялась на протяжении полутора веков. В Енисейском уезде сформировалось ядро постоянного русского населения и сложилась сеть русских поселений. Еще более заметный перелом в эти годы произошел в истории Красноярского уезда. Здесь в начале XVIII в. по существу началось формирование массового постоянного русского населения после добровольного присоединения Хакасии к России (рис. 4) [91].

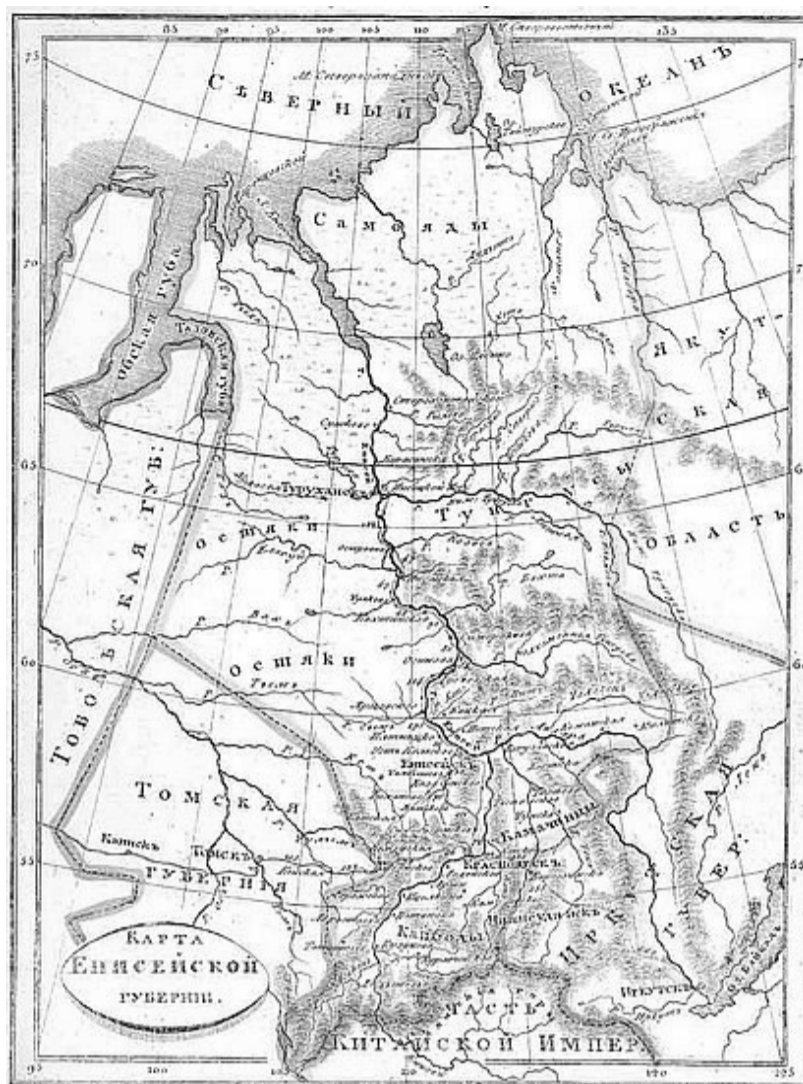


Рисунок 4-Карта Енисейской губернии

В XVII в. заселение Красноярского уезда происходило медленно прежде всего из-за постоянной опасности со стороны степных кочевников киргизов. Киргизские князья систематически совершали грабительские набеги, от которых больше всего страдали земледельцы. Кроме того, Красноярский уезд был удален от основного сибирского пути по Кети и Ангаре. В уезде слабо были развиты пушной и рыбный промыслы (по запасам пушнины и рыбы уезд в тогдашних пределах далеко уступал Енисейскому и особенно Мангазейскому уездам. Поэтому здесь не было крупного местного рынка, почти не было наемной рабочей силы. До конца века среди русских преобладали служилые люди.

Первым населенным пунктом в уезде был Красноярский острог, построенный в 1628 г. В отличие от Мангазеи и Енисейска Красноярск до конца XVII в. не получил значения города, хотя сразу же был сделан центром уезда. Зато острог был одной из сильнейших крепостей Сибири. В год основания Красноярска казаки поставили Канское зимовье, а в 1636 г. на его месте — Канский острог. В 1643 г. в 200 верстах от Красноярска - вверх по Енисею казаки построили Караульный острог. Бассейн Чулыма до устья р. Серж тогда входил в состав Томского уезда. В 1641 г. на Чулыме был построен Ачинский острог, который часто подвергался осадам и дважды сжигался киргизами. В 1682 г. острог был перенесен на новое (современное) место. В XVII в. в бассейне Чулыма не было условий для земледельческих поселений.

Деревни в уезде располагались исключительно по берегам Енисея. В числе первых деревень были Есаулова, Бугачевская, деревня у плотбища под самым острогом, Часто-островская, в 40-х годах построена Бузимская деревня, в устье р. Березовки построен был Введенский монастырь. В 1671 г. в Красноярском уезде насчитывалось 32 селения. Некоторые из них (село Есаулово, деревни Березовка и Лодейская) были укреплены. В 1700 г. было уже 42 селения причем из них только Базаиха и Овсянская располагались выше Красноярска, остальные находились в районе Красноярска и ниже по Енисею. В бассейне Кана русских поселений, кроме Канского острога, не было (Александров, 1964) В 1707 г. был построен Абаканский острог (современный Краснотуранск), через два года — Саянский острог. Та укреплено было правительством присоединение Хакасии. На юге края сложились условия для мирной жизни. На территорию Хакасии переселились северные качинцы из-под Красноярска, на плодородные южные земли двинулись и русские крестьяне. Д. Г. Мессершмидт, посетивший в 1722 г. Минусинский край (так принято называть южную часть Красноярского уезда), насчитал между Абаканским острогом и Красноярском 12 деревень

(Смирнов, 1926 а). К 1735 г. в Красноярском уезде было уже 5 острогов, 7 сел и 119 деревень (Александров, 1964). Деревни возникали не только на Енисее, но и на его притоках. На Тубе до 1739 г. появилась деревня Шалаболино. Примерно в середине XVIII в. были построены казачьи форпосты: Ташинский, Арбатский на Абакане, Шадатский на Амыле, Кебежский на Ое (Смирнов, 1926), позднее превратившиеся в земледельческие поселения казаков.

Росту численности русского населения в южной части уезда способствовала разработка медной и железной руды, начатая в 1730-х годах. В связи с Лугавским казенным заводом возникло село Минусинское.

Большое значение для заселения Красноярского уезда имел Московский тракт, который прошел через его территорию в середине XVIII в. По тракту устраивались почтовые станции, поселения ссыльных (впрочем, ссыльные плохо приживались), возникали деревни крестьян. Тяжелый водный путь по мелководной Кети и порожистой Ангаре терял свое значение.

Проведение сухопутного тракта было подготовлено всем ходом освоения Сибири, постепенным передвижением населения на юг. Большая дорога, в свою очередь, привлекала сюда все новых переселенцев из Европейской России и более северных районов Сибири. Крестьяне сбывали проезжим купцам продукты сельского хозяйства и промыслов, приобретали необходимые промышленные товары, многие стали заниматься извозом.

Во второй половине XVIII в. были проведены сухопутные дороги от Ачинска до Минусинска и от Красноярска до Енисейска. Возникли Боготол, Назарово, Ужур и многие другие селения. Только в Минусинском крае в XVIII в. появилось более 40 поселений (Ватин, 1913). Началось заселение будущего Канского округа. В наиболее обжитом районе вокруг Красноярска уже в 60-х годах XVIII в. крестьянам не хватало пахотных земель и сенокосов (Макаров, 1961).

В XVIII в. Красноярский уезд вышел на первое место в крае по темпам роста, а в последние десятилетия и по численности населения. Если в 1710 г. в уезде вместе с городом Пыло всего 4094 человека русских (Александров, 1964), то к 1797 г. только сельских жителей насчитывалось 62018 человек (Латкин, 1892). Резко изменилось и соотношение численности русского и коренного местного населения. Численность последнего за XVIII в. увеличилась примерно с 7750 до 9400 человек (Долгих, 1960; Латкин, 1892). В 1819 г. в Красноярском уезде вместе с городом было, не считая войска, 76539 русских и 14287 человек местного нерусского населения (Вагин, 1872).

С начала XIX в. правительство стало частично разрешать переселение в Сибирь государственным крестьянам. Только за несколько лет до 1813 г. в Томской губернии было поселено около 16 тысяч человек государственных крестьян, преимущественно в Красноярском уезде (Кожухов, 1958).

Перераспределение русского населения по территории края определило его новую административную структуру. В 1822 г. была образована Енисейская губерния, которая разделялась на 5 округов. Красноярский уезд был разделен на 4 округа — Красноярский, Ачинский (от него Боготольский район отошел к Томску), Минусинский (к нему была присоединена часть Хакасии, входившая ранее в состав Кузнецкого уезда) и Канский (к нему отошла часть территории от Нижнеудинского уезда). Бывшие Енисейский и Туруханский уезды были объединены в один Енисейский округ, в котором бывший Туруханский уезд, под названием Туруханского края, сохранил некоторую административную самостоятельность. Окружные центры Ачинск и Канск располагались на Московском тракте, Енисейск и Минусинск — на Енисее, а губернский центр Красноярск — на пересечении этих путей. Красноярск к тому времени стал и центром географического размещения русского населения в крае.

В XIX в., в условиях разложения, затем кризиса феодально-крепостнической системы, роста капиталистических отношений, обострения классовых противоречий, значительно расширились районы выселения крестьян в Сибирь. Если в XVII—XVIII вв. в Сибирь и Енисейский край переселялись в абсолютном большинстве жители северных уездов России, то в XIX в. сюда приходили крестьяне из Вологодской, Вятской, Пермской, Ярославской, Орловской, Пензенской и других великорусских губерний и даже из Кавказской губернии, которая сама была колонизируемой окраиной (Кожухов, 1958). В какой-то мере и это обстоятельство способствовало более быстрому заселению южных районов края.

Наряду с вольным, чаще всего самовольным переселением крестьян и других категорий русского населения некоторую роль в заселении края играла ссылка. Только с 1823 г. по 1832 г. было сослано в Енисейскую губернию 25.597 человек (Степанов, 1835). Ссылных размещали во всех округах, преимущественно в поселениях по трактам. В 1827 г. властями было принято решение об устройстве 22 казенных поселений из ссылных в Канском, Ачинском и Минусинском округах. К 1837 г. эти поселения были построены, и в них было водворено 5810 мужчин и 3062 женщины. Но эти искусственно созданные поселения приходили в упадок (Кожухов, 1958). Еще хуже приживались в крае ссылные, водворяемые в старожильческие селения одиночками и небольшими группами без всякой материальной помощи. Многие из них бежали, другие не смогли обзавестись семьями, а следовательно, и хозяйством. В 1831 г. в Енисейской губернии в составе ссылных мужчин числилось на 20 тысяч больше, чем женщин (Степанов, 1835).

О второстепенной роли ссылки и других правительственных мероприятий по заселению края достаточно убедительно свидетельствует характер поселений в Енисейском крае. К середине XIX в. в результате правительственных переселений было основано 104 поселения (в том числе 6 старых острогов, 11 станций, 4 завода) и 674 поселения возникли в результате вольной народной колонизации (Кожухов, 1958).

По официальным данным (Степанов, 1835; Смирнов, 1928; Памятная книжка, 1863) заселенность округов в XIX в. представляется в следующем виде: господство земледелия продолжало определять направление колонизационных потоков. Енисейский уезд за 30 лет из самого населенного превратился в самый малолюдный, к середине XIX в. и в Минусинском уезде сложилась основная сеть старожильческих русских поселений.

Однако наряду с земледелием на размещение населения оказывали влияние. Другие экономические факторы: пути сообщения, наличие рынков, местная промышленность и другие. Наиболее благоприятные условия в этом отношении сложились в Красноярском округе, где в середине XIX в. сосредоточивалось наибольшее число русских жителей. Увеличение численности и плотности населения округа способствовало, в свою очередь, превращению Красноярска в экономический центр края.

Если судить по приведенным данным, и в XIX в. основная масса русского населения группировалась вокруг экономических Центров районов и по главным дорогам. В старых земледельческих районах население росло и почти исключительно путем расширения ранее возникших поселений. За период с 1865 по 1892 г. по всей губернии возникло только 35 населенных пунктов (Степынин, 1962). Громадные территории края, не считая Туруханского Севера, оставались совершенно незаселенными и почти неосвоенными. Заселение новых районов началось в период массового крестьянского переселения в эпоху капитализма, когда за 24 года с 1893 по 1916 г., в крае возникло 894 переселенческих поселка, из которых почти три четверти основаны в тайге и подтайге (Степынин, 1962).

Географическое размещение русского населения на территории края в течение всей феодальной эпохи происходило стихийно. Правительственные мероприятия лишь в отдельных случаях оказывали заметное влияние, как было, например, при первоначальном заселении Красноярского уезда. Выбор пути движения переселенцев, районов заселения и типов поселений обуславливался историческими традициями, природными условиями края, составом переселенцев.

Характером заселения края определялись в конечном итоге его административная структура, выбор новых путей и в известной степени развитие экономических центров.

Выработанная стихийно система компактного расселения оказалась наиболее целесообразной. Она позволяла постепенно осваивать все новые территории и в то же время не разобщила малочисленное население.

В выше сказанном при изучении истории освоения территории реки Енисей можно выделить пять основных этапов. Смена этапов связана с изменением социально-экономической обстановки и, как следствие, с преобладанием определенных видов использования водных ресурсов Енисея.

Первоначальный этап охватывает период с **конца XVI века до конца XVII.** Река Енисей – главный транспортный путь, по которому шло освоение русскими заенисейской Сибири. Первооткрывателями речных дорог

были охотники, торговые и промышленные люди, которые и дали первые, сначала устные описания Енисея, его притоков и других рек

Походы землепроходцев и первые картографические произведения подготовили почву для начала научного изучения природы региона на следующем, **втором, этапе (XVII – первая половина XIX века).**

В петровскую эпоху, как и в последующие периоды, большое значение придавалось изучению рек, прежде всего, как транспортных путей. Для этого были остро необходимы точные карты речной сети, составленные с помощью инструментальных наблюдений.

Таким образом, за время второго этапа изучения водных ресурсов региона в течение полутора веков с достаточной достоверностью нанесена на карту речная сеть территории, выполнены описания основных рек и начались их специальные изыскания.

Третий исторический этап (с середины XIX века до Октябрьской революции), совпадает с быстрым развитием в Сибири капиталистических отношений.

Возникла необходимость в более тщательном изучении водных ресурсов в связи с перспективами промышленного освоения (с добычей полезных ископаемых), в южной полосе – сельского хозяйства, включая орошение, позднее гидроэнергетического строительства железной дороги, а также для более интенсивного развития традиционных отраслей – водного транспорта и рыбной ловли.

Исследования **четвертого** исторического этапа заканчиваются в **середине XX века.** Для начала этого периода характерно завершение стирания «белых пятен» в труднодоступных районах Севера, а также юга региона. Сеть регулярных наблюдений в довоенные годы развивалась слабо и была сосредоточена на Верхнем Енисее. Лишь в 1950-х годах стали открываться посты наблюдений на северных притоках Енисея, а также расширилась их сеть на юге. В послевоенные годы с помощью аэрофотосъемки были обновлены все карты бассейнов рек; речная сеть на них окончательно приняла истинные очертания. Красноярское управление Гидрометеослужбы проводит все регулярные гидрологические наблюдения и сосредотачивает у себя все материалы – как свои, так и других ведомств.

Таким образом, лишь к середине XX столетия на территории Красноярского региона были организованы систематические наблюдения на большинстве основных рек, завершено нанесение рек края, а главное речной системы Енисея на карту и составлено их описание, начаты обобщения характеристик водного режима, которые получили основное развитие на **пятом историческом этапе – современном.**

В последние десятилетия все большее значение придается охране и рациональному использованию водных ресурсов. Открыта система пунктов наблюдений за качеством вод. В современную эпоху антропогенная деятельность на водосборах (сведение лесов, распашка почвы, аккумулярование стока воды и наносов) привела к однонаправленному изменению характеристик определяющих факторов (сток воды и наносов), часто превышающему их естественные периодические колебания как во временном, так и в пространственных измерениях. Изменение факторов вызвало нарушение динамически равновесного функционирования системы, ее устойчивых связей в однородных звеньях и между звеньями [4]. Например, сведение лесов привело к увеличению неравномерности и величины стока воды в реки, а последние - к увеличению размеров в них стока наносов; суммарно оба явления привели к изменению форм и транспорта наносов в звеньях сети, т.е. к изменению типа руслового процесса. Действительно, на подобных водосборах часто отмечается вначале увеличение размеров меандрирующих русел, а затем превращение их в прямолинейные.

Стала очевидной необходимость перехода к комплексным методам изучения и наблюдения гидрографических систем бассейнов, применение системного подхода к исследованию факторов, процессов и параметров систем и, наконец, к управлению их режимом.

Для оценки интенсивности воздействия хозяйственной деятельности человека на рельеф, каждому типу функциональных зон присваивалось свое значение интенсивности воздействия. Так *интенсивное* воздействие характерно для промышленной, селитебной (одна - двух и многоэтажной) функциональным зонам, а также карьерам,

зонам скопления железнодорожных путей и сопутствующих им предприятий. Воздействие *средней интенсивности* оказывают сельскохозяйственные поля и территории, занятые под садово-дачную застройку. *Низкую интенсивность* воздействия оказывают кладбища, парки и скверы, стадионы [45, 55].

Интенсивному антропогенному воздействию подвержен рельеф территории города, промышленных зон и близлежащих населённых пунктов общей площадью 144,26 км² [66,67].

Устойчивость рельефа к экзодинамическим процессам проводилось посредством анализа и оценки факторов их формирования, с учетом некоторых инженерно-строительных нормативов (таблица 2). Для эрозии - это углы наклона поверхности, экспозиция, горные породы; для суффозии - горные породы, антропогенная нагрузка на рельеф, глубина залегания грунтовых вод; карст - горные породы, глубина залегания грунтовых вод; оползни - угол наклона территории, горные породы, глубина залегания грунтовых вод, интенсивность антропогенной нагрузки; осыпи и камнепады - экспозиция, углы наклона [44,46].

Таблица 2

Критерии и показатели оценки инженерно-геоморфологических условий (по данным автора)

Критерии	Показатели оценки		
	низкая	средняя	высокая
углы наклона поверхности в градусах (Рельеф среды жизни И.2002)	от 0 до 6	от 6 до 12	более 12
экспозиция	Влияние экспозиции не прослеживается (наклон поверхности менее 1 градуса)	холодные экспозиции (северо-западная, северо-восточная, восточная)	теплые экспозиции (юго-восточная, южная, юго-западная, западная)
тип отложений по пригодности для строительства	вполне пригодные, достаточно пригодные	условно пригодные	непригодные
глубина залегания грунтовых вод в метрах	более 5	от 5 до 2	менее 2
интенсивность антропогенной нагрузки на рельеф	отсутствие воздействия наименьшая интенсивность	средняя интенсивность	интенсивная

Устойчивость рельефа к сумме экзодинамических процессов, для каждой геоморфологической единицы (района), определялась посредством суммирования оценочных баллов рассматриваемых групп процессов. Каждая группа процессов оценивалась по трехбалльной шкале: территория устойчива к процессу или ему не подвержена - 1 балл; территория со средней устойчивостью к процессу, либо с существующей вероятностью его возникновения - 2 балла; территория неустойчива к процессу - 3 балла (рис. 5).

Долины малых рек весьма уязвимы при техногенном воздействии, т.к. геоморфологические процессы протекают в них достаточно активно, и они легко "откликаются" даже на незначительные изменения параметров внешней среды. Под влиянием антропогенных факторов долины и водосборные бассейны малых рек претерпевают существенные изменения конфигурации, параметров и режима стока, что, в свою очередь, нередко приводит к смене ведущих геоморфологических процессов. В итоге, в условиях урбанизированных территорий происходят изменения и режимов функционирования водосборных бассейнов малых рек, где последствие гидрогеоморфологических систем превращаются в сложные техногидрогеоморфологические [4, 8].

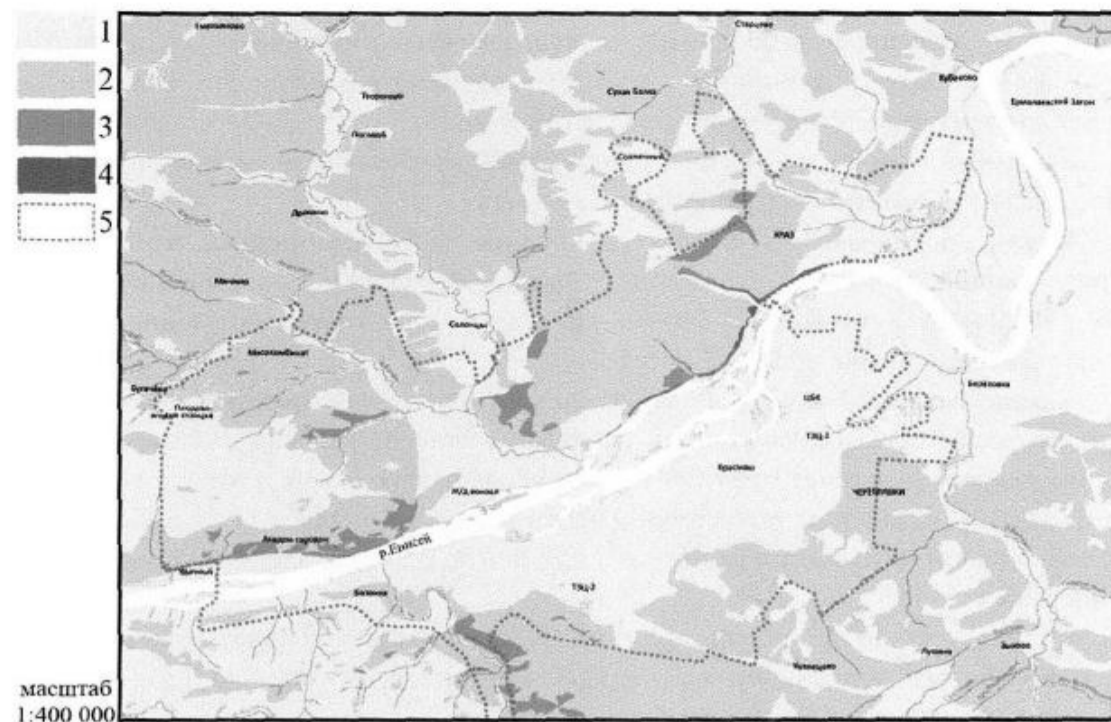


Рисунок 5-Устойчивость рельефа г. Красноярка и его окрестностей к сумме экзодинамических процессов

Условные обозначения: 1-высокий уровень; 2-средний уровень; 3 – низкий уровень; 4-весма низкий уровень; 5-административная граница г. Красноярка

Основные виды антропогенного воздействия на флювиальные системы окрестностей города Красноярск и результаты такого воздействия приведены в таблице 3. Т.к. реки являются саморегулирующимися системами, то вызываемые изменения порождают цепочку последующих, геоморфологических последствий и их влияние на развитие как речных долин, так и водосборных бассейнов.

Таблица 3

Антропогенное воздействие на флювиальные системы урбанизированных территорий

<i>Вид воздействия</i>	<i>Результат воздействия</i>	<i>Последствия</i>
Выравнивание рельефа, засыпка техногенными грунтами оврагов и верхних звеньев речной сети	Сокращение долины водотока, изменение его продольного профиля, сокращение жидкого и увеличение твердого стока в бассейне	Суффозия, активизация формирования просадок, на отдельных участках - заболачивание территории; смещение истоков ниже по течению
Уничтожение родников, болот, отсечение водоносных пластов в результате строительства	Сокращение подземного и поверхностного стока	Смещение истоков рек ниже по течению, прекращение стока на прилегающих участках, уменьшение водности реки, превращение постоянного водотока вот временный
Строительство дамб	создание зоны подпора и нового базиса эрозии для участка выше по течению	Расчленение бассейна на участки, привязанные к различным базисам эрозии, аккумуляция материала выше по течению, эрозия - ниже
Изменение уровня принимающего водотока	Создание зоны подпора и/или нового базиса эрозии для притоков	Возникновение зоны подпора, заболачивание, аккумуляция материала выше по течению; при снижении уровня - врезание
Строительство путепроводов (дорог, мостов) через долину	Сужение долины, русла, создание искусственных уступов в русле	Возникновение зоны подпора выше по течению - заболачивание, аккумуляция материала, ниже по течению - эрозия
Сокращение залесенности территории	Увеличение скорости добегания поверхностных вод	Увеличение неравномерного стока (более быстрого наступление паводка)
Появление водонепроницаемых участков в водосборном бассейне	Сокращение подземного стока, увеличение скорости добегания поверхностных вод	Увеличение неравномерности стока (более быстрое наступление паводка), изменение соотношения поверхностного/подземного стока
Нарушение целостности дернового покрова в бассейне и на склонах долины	Развитие эрозии	Увеличение твердого стока, аккумуляция материала в русле

Строительство на бортах речной долины	Увеличение статической и динамической нагрузки на борта долины	Провоцирование и активизация оползневых процессов
Берегоукрепление, спрямление, канализирование берегов рек	Препятствие свободному меандрированию, сужению русла	Возникновение зон подпора и аккумуляция выше по течению. эрозия - ниже
Заключение водотоков (или участков реки) в трубы	Препятствие свободному меандрированию, сужению русла	То же. Суффозия
Рекреационная нагрузка на борта долины и берега реки	Прокладка троп, вытаптывание склонов	Деградация дернового покрова, активизация гравитационных склоновых процессов (оплывания, осыпания, оползания) и линейной и плоскостной эрозии
Организация поверхностного стока (ливневая канализация)	Изменение площади и конфигурации водосбора, перераспределение поверхностного стока	Изменение обводненности отдельных водотоков бассейна (иногда в разы), развитие эрозии на участках, прилегающим к местам сброса
Сброс промышленных сточных вод	Увеличение водности отдельных водотоков в пределах бассейна (иногда в разы). Химическое загрязнение. Отепляющее воздействие.	Изменение обводненности отдельных водотоков бассейна, развитие эрозии (зимой - термоэрозии) на участках, прилегающих к местам сброса, деградация водной и прибрежной растительности; увеличение продолжительности периода активного стока и эрозии. сокращение периода зимней межени
Утечки из коммуникаций	Увеличение подземного стока. Бактериологическое загрязнение. Отепляющее воздействие	Изменение обводненности отдельных водотоков бассейна; развитие суффозии, эрозии (зимой - термоэрозии) на участках, прилегающих к местам утечек
Сброс снега в долины	Увеличение стока во время снеготаяния в разы. Химическое загрязнение	Изменение режима стока. изменение эрозии в периоды снеготаяния; деградация водной и околородной растительности
Переработка снега на снегоплавильнях	Увеличение стока в местах сброса воды со снегоплавильен. химическое загрязнение из-за недостаточной очистки	Нивелирование весеннего паводка и зимней межени
Вывоз снега из города	Сокращение стока	Нивелирование весеннего паводка
Отепляющее воздействие города	Изменение режима стока	Увеличение продолжительности периода активного стока и эрозии, сокращение периода зимней межени
Отсыпка склонов техногенным грунтом, частичная засыпка долины	Сужение долины, русла, уничтожение террасового комплекса, поймы	Эрозия не отсыпанных склонах, боковая эрозия, поступление избыточного количества обломочного материала в русло
Сброс крупного бытового и строительного мусора	Создание участков искусственного подпора в русле, нового базиса эрозии, ступенчатого продольного профиля	Аккумуляция материала выше по течению, глубина эрозии - ниже
Сброс твердых бытовых отходов и строительного мусора	Увеличение твердого стока	Аккумуляция нехарактерного материала в русле
Сброс органического мусора (листья, ветки)	Избыток органического материала в русле, гниение на склонах и в пойме	Аккумуляция органического материала и загрязняющих веществ в русле, уничтожение растительности на пойме и склонах

Стоит отметить, что подавляющее большинство малых рек не входят в программы наблюдений, реализуемые государственными службами, но при этом играют большую хозяйственную роль.

Нарушение естественного состояния малых рек привело к необходимости выполнения большого объема мероприятий по защите населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий путем выполнения берегоукрепляющих

работ, строительство защитных сооружений, переселения жилых домов и целых населенных пунктов.

Глава 2. Геолого-тектонические и геоморфологические особенности территории исследования

Город Красноярск и его окрестности расположен на стыке листов серий N-46 и O-46. По топогеодезической разграфке площадь захватывает трапеции масштаба 1:200 000: O-46-XXXIII, O-46-XXXIV, N-46-III, N-46-IV и листы масштаба 1:50 000: N-46-7-A 6-Б, O-138-B, Г. В геоморфологическом отношении эта территория находится на стыке двух геоморфологических стран – Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горно-складчатой области.

Гидрографическую сеть района представляет величайшая российская река Енисей, нижняя часть долины которой представляет собой ступенчатую эрозионно-аккумулятивную равнину сложного строения. Крутые сильно изрезанные склоны верхней части долины сменяются более пологими, с плавными очертаниями. В поперечном профиле долины Енисея выделяются до 9 террас.

Рельеф территории расчлененный. На юге расположены покрытые тайгой предгорья Восточного Саяна. Абсолютные отметки междуречий достигают здесь 750-800 м. Значительную часть площади (47,2 тыс. га) здесь занимает Государственный заповедник «Столбы», известный высокими скальными останцами. Долины рек в этой

части глубоко врезаемые, с крутыми склонами. Относительные превышения составляют 250-350 м. Более сниженные предгорья с абсолютными отметками междуречий 500—590 м расположены на северо-западе территории.

К западу, востоку и юго-востоку от г. Красноярска выделяется предгорная полоса, сложенная среднедевонскими эффузивно-осадочными образованиями. Эта крайняя часть Рыбинской впадины, переходящей в направлении на восток в Чулымо-Енисейскую. Городская агломерация расположена на всхолмленной равнине с высотными отметками менее 400 м и относительными превышениями до 200 м.

Значительную часть площади занимает р. Енисей, пересекающая после отрогов Солгонского кряжа неотектоническую Красноярскую котловину. Выше города русло Енисея узкое, шириной 700-1000 м. Отметка уреза воды в Енисее в межень составляют 140 м в западной части города и 137 м в восточной. Рельеф прирусловой части долины Енисея аккумулятивный и эрозионно-аккумулятивный. Острова и низкая прирусловая часть берега относятся к пойме, сложенной галечниковым и песчаным аллювием. Высота поймы от 4 м. Далее следует комплекс надпойменных террас, общее число которых достигает девяти.

Рельеф возвышенных частей местности существенно отличается в левобережной и правобережной частях долины Енисея. В левобережной части максимальные отметки находятся на г. Первая (Николаевская) Сопка (505 м), сложенной вулканитами среднего-позднего ордовика (рис. 6) [76].

По северной периферии города отметки господствующих вершин: 250-310 м. В междуречье здесь сохранились остатки денудационной поверхности выравнивания олигоцена-миоцена. Они занимают около 20% площади. Наибольшим распространением пользуются денудационные и эрозионно-денудационные склоны, в совокупности, занимающие около 65 % территории. По крутизне преобладают пологие (менее 15°) и умеренные (15-25°) склоны. Крутосклонные (более 25°) участки развиты незначительно и контролируются в своем распространении геолого-структурными факторами (моноклиналиные залегания отложений среднего и верхнего девона, зоны разрывных нарушений и т. п.).



Рисунок 6- Вид на гряду «Долгая Грива» с правого берега р. Енисей. Хорошо видна VII (Торгашинская) терраса р. Енисей и вершина Первой (Николаевской) Сопки

Эрозионный рельеф связан с долинами малых рек, ручьев и временных водотоков (логов). В плане рисунок речной сети перистый. В поперечных сечениях большинство долин имеют V-образный профиль.

Гравитационный рельеф распространен незначительно. Склоны обвально-осыпного сноса связаны с долиной Енисея (участок Академгородка и Зеленой Рощи) и его притоков. Оползневые явления широко развиты на левобережье ниже города, в окрестностях сел Кубеково - Худоногово и местами - в бортах долины р. Кача в черте города (за рынком).

В городе участками выражен техногенный рельеф. Особенно характерно ступенчатое, псевдотеррасное оформление набережной между городским парком и речным вокзалом. К другим техногенным формам относятся насыпи, карьеры кирпичных и цементного заводов, дамбы по берегам р. Качи.

2.1. История геологического развития территории

Геологическое развитие района начинается в позднем рифее на коре океанического типа. Формирование океанического основания явилось результатом раскола суперконтинента, называемого в геологической литературе Пангея-I (или Родиния). Этот единый материк, существовавший в раннем рифее, в среднем рифее начал подвергаться дроблению, а в начале позднего рифея раскололся на ряд более мелких континентальных блоков, между которыми началось раскрытие новых океанических впадин. Один из них - Палеоазиатский океан - отделил Сибирский континент, в основном отвечающий территории современной Сибирской платформы, от ряда других континентальных блоков. Выходы древних, дорифейских метаморфических пород, слагавших в это время окраину Сибирского континента, можно сейчас наблюдать к северо-востоку от Красноярска, где ими сложены структуры южной, Ангаро-Канской части Енисейского кряжа.

Фрагменты основания океанической литосферы, сформированного при раскрытии Палеоазиатского океана, представлены в современной складчатой структуре нижнего структурного этажа в виде тектонических клиньев и протрузий гипербазитов акшепского комплекса и иногда ассоциирующих с ними габброидов.

Далее на протяжении позднего рифея на этом основании накапливались донные океанические осадки песчано-глинистого и карбонатного состава, которыми сложены урманская и манская свиты. Накопление осадков нередко протекало в застойных условиях, о чём свидетельствуют характерная для манских известняков тёмно-серая, до чёрной окраска, обусловленная высоким содержанием неразложившегося органического вещества.

В конце позднего рифея вдоль границы между Сибирским материком и Палеоазиатским океаном начинаются процессы субдукции - погружения океанической плиты под континентальную. Существовавшая ранее пассивная континентальная окраина превращается в тектонически активную. Породы погружающейся плиты нагреваются, подвергаются частичному плавлению, что вызывает масштабные проявления базальтового андезибазальтового вулканизма. В результате в краевой части океана появляется островная дуга - цепочка островов вулканического происхождения. Сформировавшие их вулканические породы слагают в настоящее время самую верхнюю часть разреза рифея в районе г. Красноярска - бахтинскую свиту.

В результате тектонических движений приблизительно на рубеже рифея и венда позднерифейская островная дуга приключается к континенту. При этом океанические и островодужные формации урманской, майской и бахтинской свит сминаются в линейные складки, частично подвергаются зеленосланцевому метаморфизму. Результатом складчатости является наблюдаемое несогласие между рифейскими и вендскими отложениями, а вызванного складчатостями деформациями общего поднятия - перерыв в осадконакоплении.

В вендском периоде после непродолжительной стабилизации продолжается развитие территории в режиме активной континентальной окраины. Здесь формируется котловина окраинного моря. Район Красноярска располагается в краевой части этой котловины, на её границе с материком. Здесь возникает обстановка относительно крутого подводного склона, по которому спускаются придонные суспензионные (мутьевые) потоки. Они переносят взвешенный в воде мелкий обломочный материал песчаной, алевроитовой и глинистой размерности. При осаждении его происходит сортировка. Когда суспензионный поток прекращает своё движение, вначале выпадает в осадок наиболее грубый песчаный материал (иногда с примесью гравийного и галечного). Затем, с постепенным переходом - всё более и более тонкий, вплоть до глинистого. В результате накапливаются турбидиты. Это своеобразные по строению ритмично слоистые осадки, в которых основание каждого ритма сложено грубо- или крупнозернистым песчаником, который выше по разрезу постепенно переходит в мелкозернистый песчаник, алевролит, и, наконец, аргиллит, а выше, с резкой границей, вновь залегает основание нового ритма, опять начинающегося относительно грубым материалом. Перенос и отложение обломочного материала суспензионными потоками протекает с очень высокими скоростями (так называемая лавинная седиментация), и в итоге за геологически короткий промежуток времени накапливаются мощные толщи осадков. Именно таким путём в вендское время в районе г. Красноярска была сформирована толща турбидитовых отложений тюбильской свиты.

Пока в течение позднего венда продолжалось накопление турбидитов, климат постепенно менялся с

относительно прохладного на более тёплый. В мелкой части моря началось накопление карбонатных илов, материал которых также вовлекался в процессы переноса суспензионными потоками. Поэтому формирование турбидитов песчано-алеврито-аргиллитового состава постепенно сменяется накоплением известковистых турбидитов, в которых верхние части ритмов представлены уже не аргиллитом, а глинистым известняком. Такими осадками сложена основная часть разреза верхнетюбильской подсвиты.

Масштабные процессы накопления турбидитов в нижней части прилегавшего к материку подводного склона приводят к заполнению осадком этой части водоёма и образованию выположенной подводной террасы. К рубежу венда - кембрия массовый сход суспензионных потоков прекращается. Параллельно с этим резко уменьшается принос обломочного (песчаного и алевритового) материала, что, по-видимому, связано с выравниванием рельефа в прилегающей части суши. Как следствие, самая верхняя часть разреза тюбильской свиты сложена уже в основном карбонатными отложениями, с небольшой примесью песчано-глинистого материала (хотя и сохраняющими пока элементы ритмичной слоистости). Седиментация идёт в спокойной обстановке, в условиях слабого доступа кислорода. Об этом свидетельствует сильное сероводородное заражение известняков (они на свежем сколе сильно пахнут сероводородом) и их высокая битуминозность.

На протяжении томмотского века рассматриваемая часть бассейна окраинного моря становится ещё более мелководной. Продолжается накопление карбонатных осадков. На отдельных участках преобладает накопление доломитов, что можно объяснить образованием слабо связанных с основной частью моря полузамкнутых бассейнов, для которых в условиях сухого и жаркого климата была свойственно повышенная солёность. Широкое распространение на мелководье приобретают древнейшие скелетные организмы, остатки которых известны под названием «мелкораквинная фауна»; появляются первые археоциаты.

В атдабанском веке раннего кембрия по всей мелководной части морского бассейна начинаются масштабные процессы рифообразования. Рифостроителями были археоциаты - примитивные колониальные многоклеточные, обитавшие на тёплом мелководье. В симбиозе с известковыми водорослями они создавали органогенные постройки - биогермы и биостромы. Совокупность большого числа таких построек формирует крупные карбонатные массивы. Одним из них и является Торгашинский риф, породы которого почти целиком слагают одноимённый хребет на южной окраине Красноярска.

На рубеже раннего и среднего кембрия археоциаты вымирают, и формирование рифов прекращается. В краевой части сохраняющегося морского бассейна идёт накопление доломитов шахматовской свиты среднего кембрия.

Конец кембрия - время проявления ран некаледонской (салаирской) складчатости, явившейся главной фазой складчатости на большей части центральных районов Алтае-Саянской области. В это время субдукционный этап развития активной континентальной окраины вновь, как и в конце рифея, сменяется здесь коллизионным. В результате тектонических движений островная дуга приближается к континенту, бассейн окраинного моря подвергается сжатию и закрывается, а накопившиеся в нём отложения испытывают интенсивные складчатые и разрывные деформации. Совместно с ними повторно вовлекаются в складчатость и породы верхнего рифея. Мощность земной коры в результате складчатости резко увеличивается. На глубине осадочные и вулканические породы подвергаются метаморфизму и гранитизации. В результате на месте краевой части океана формируется кора континентального типа, соответствующая территория испытывает общее поднятие и становится частью материка.

В ордовике территория развивается в режиме тыловой части активной континентальной окраины. Граница материка с океаном проходит уже значительно западнее; туда же смещается и зона наибольшей тектонической активности. А здесь, в тыловой зоне, новообразованная континентальная кора подвергается глубоким расколам, по которым внедряются глубинные магматические расплавы. В районе Красноярска магматическая деятельность этого этапа начинается со спокойных трещинных излияний базальтовых лав мантийного происхождения. Одновременно под воздействием идущего с этими расплавами теплового потока в нижних горизонтах земной коры появляются вторичные магматические очаги, в которых генерируются магмы среднего (трахитового), иногда умеренно-кислого

состава (трахидацитовые, трахириолитовые). Трахитовый вулканизм начинается эксплозивными извержениями, в результате которых образуются пласты пепловых туфов, а продолжается излияниями трахитовых лав из вулканических аппаратов центрального типа. В дальнейшем первичные (мантийные) и вторичные (коровые) очаги продолжают действовать одновременно, в результате чего чередуются излияния лав различного состава.

При этом магматические расплавы среднего состава, отличающиеся от основной большей вязкости, далеко не всегда достигают поверхности. Иногда они застывают на небольшой (первые сотни метров) глубине, формируя субвулканические интрузии сиенит-порфиров. Примером такой интрузии является лакколит горы Николаевская сопка. Здесь расплав при внедрении приподнимал перекрывающие породы, и теперь они слагают пологую складку, плавно окаймляющую эту интрузию с севера. Если же крупные порции расплава застывали на глубинах в несколько километров, формировались крупные интрузивные массивы сиенит-граносиенитового состава (Столбовский и другие). При внедрении этих интрузий вмещающие породы подвергались ороговикованию и мраморизации.

Активная магматическая деятельность в ордовике нередко сопровождалась проникновением термальных вод, с деятельностью которых связаны многочисленные проявления гидротермальной минерализации и метасоматических изменений - не только в самих вулканитах и интрузивных образованиях, но и в породах кембрия (в частности, преобразование части известняков на Торгашинском хребте в мраморные ониксы).

Силурийский период явился временем тектонической стабилизации. Территория развивалась в режиме пассивной континентальной окраины. В условиях тектонической стабильности шли процессы выравнивания рельефа и образования площадных кор выветривания. Продукты их размыва отлагались в прилегающем океаническом бассейне, краевая часть которого находилась на территории нынешнего Западного Саяна.

В раннем девоне территория вновь подвергается тектонической активизации, явившейся следствием столкновения (коллизии) Сибирского и Монгольского континентальных массивов. При этом территория по-прежнему остаётся тыловой частью континентальной окраины, так как к западу продолжает сохраняться Палеоазиатский океан, остатки которого существуют до самого конца палеозоя.

В результате дифференцированных вертикальных движений формируются блоковые поднятия и разделяющие их межгорные впадины. Район Красноярска приурочен к краевой части Рыбинской впадины. Её формирование начинается накоплением терригенных осадков ассафьевской свиты на выровненной и размытой поверхности дислоцированных отложений нижнего палеозоя и докембрия. Отложения накапливались в наземной обстановке и представлены русловым и пойменным аллювием состав которого колеблется в диапазоне от алеврито-песчаного до крупногалечного. Характерна тенденция увеличения размерности обломочного материала вверх по разрезу, что свидетельствует об усилении процессов поднятия на сопредельных территориях. По берегам рек росли древнейшие наземные растения - проптеридофиты (риниофиты), отпечатки которых часто встречаются на поверхностях напластования в песчаниках и алевролитах.

Активизация тектонических движений сопровождается заложением глубоких разломов и новой вспышке наземного вулканизма. Формируются вулканические постройки центрального типа, сложенные чередованием лавовых потоков различного состава, на периферии которых продолжается накопление грубообломочных отложений. Расплавы, застывающие в подводных каналах, формируют субвулканические неки и дайки, выделяемые в черносопкинский комплекс.

К концу раннего девона вулканическая и тектоническая активность затухает. Рельеф постепенно сглаживается. Территория превращается в слаборасчленённую равнину, на которой накапливаются аллювиальные и озёрные отложения песчано-алевритового состава.

Далее впадины, заложившиеся в раннем девоне, испытывают вертикальные колебательные движения, представляющие собой отголоски более активных тектонических процессов, протекающих на континентальной окраине, в пределах современных структур Алтая и Салаира.

В среднем девоне Рыбинская впадина испытывает медленное, но устойчивое прогибание. На протяжении

павловского времени в основном сохраняется обстановка аллювиальной равнины, с отдельными эпизодами морских трансгрессий, проникающих с юго-запада, со стороны сохраняющегося Палеоазиатского океана. Эти моменты фиксируются в разрезе появлением прослоев карбонатных отложений, накапливавшихся в прибрежной части тёплого мелкого моря с низменными берегами и лагун с повышенной солёностью.

К концу среднего девона море отступает, и на протяжении всего позднего девона (кунгусское время) существует обстановка озёрно-аллювиальной равнины. Преобладают процессы накопления тонких, преимущественно алеврито-глинистых осадков, что свидетельствует об очень слабой расчленённости рельефа. На этой внутриконтинентальной равнине имелись как пресноводные водоёмы, так и озёра с повышенной солёностью. В последних накапливались известковистые илы и гипсы.

Климат района на протяжении всего девонского периода был жарким и засушливым. Об этом свидетельствуют характерные преимущественно красноцветные окраски пород, наличие засоленных лагун и солёных озёр, распространение вторично обизвесткованных горизонтов, формирующихся в результате проявления выветривания в аридной обстановке.

В раннем карбоне процессы осадконакопления в Рыбинской впадине по-прежнему протекают в обстановке озёрно-аллювиальной равнины, на которую изредка проникают воды мелкого моря. Характерными являются многочисленные местные перерывы в седиментации, случаи размыва только что сформированных пород и переотложения их слабо окатанных обломков в перекрывающих слоях. Климат при этом постепенно меняется в сторону похолодания. Широкое распространение приобретает лепидо-дендроновая флора. При этом растительный комплекс беден в видовом отношении и, по мнению специалистов, представлен формами, которые были адаптированы к относительно холодным условиям. Отложения среднего-верхнего карбона и перми в окрестностях Красноярска не известны. На сопредельных территориях в это время продолжается развитие межгорных впадин, в которых в обстановке заболоченных прибрежных равнин накапливаются угленосные осадки. Широкое развитие болот является признаком влажного климата, а комплекс флоры, основу которого составляют остатки кордаитовых, характерен для относительно прохладных условий.

На рубеже перми и триаса завершается закрытие Палеоазиатского океана и формирование единого суперконтинента Пангея. Южные районы Красноярского края, долгое время бывшие тыловой частью континентальной окраины, теперь оказываются во внутренней части крупного материка.

Наступает платформенный этап развития территории. В триасовом периоде во многих районах новообразованного континента активно проявляются процессы рифтогенеза, сопровождавшиеся вспышками наземного траппового вулканизма. Их масштабные проявления известны и на сопредельных территориях Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты, а также в Кузбассе. В окрестностях Красноярска достоверных проявлений триасового магматизма не установлено. Но не исключено, что некоторые из известных на этой территории даек основного состава могут иметь раннетриасовый возраст.

Поздний триас и начало ранней юры - время очередной тектонической стабилизации. По всей южной Сибири формируется обширный пенеппен (поверхность выравнивания), формируются мощные площадные коры выветривания. Новая активизация движений происходит в синемюрском веке ранней юры и является отражением складчатых процессов в пределах Монголо-Охотского складчатого пояса, расположенного в Забайкалье. Территория Алтае-Саянской области в это время испытывает поднятие, а по её северной периферии образуется система предгорных впадин Канско-Ачинского угленосного бассейна. Здесь, на предгорных равнинах, накапливались мощные толщи пресноводных континентальных отложений, в разрезе которых ритмически чередуются речные, озёрные и болотные фации. Густой растительный покров был представлен разнообразными формами гинкговых, беннеттитов, хвойных, папоротникообразных. Накапливаясь в торфяных болотах, их остатки формировали многочисленные угольные месторождения Канско-Ачинского бассейна.

В поздней юре развитие впадин Канско-Ачинского бассейна прекращается. На протяжении мела и палеогена

для района характерна тектоническая стабильность и пенепленизация. В конце мела и в палеогене вновь формируются площадные коры выветривания. Обстановка аккумулятивной равнины, где продолжают процессы накопления аллювия, озёрных и болотных отложений устойчиво сохраняется в сопредельных районах на территории Западно-Сибирской низменности и в Южно-Минусинской впадине.

Новый этап тектонической активизации, проявившийся по всей Центральной Азии, начинается в кайнозое. Здесь идёт формирование крупных горных систем. Связано это с коллизионными процессами на южной окраине Евразии - столкновением с ней смещавшегося на север Индийского субконтинента, одного из осколков южного материка Гондвана. Рост глыбовых горных поднятий, начавшись непосредственно в зоне столкновения, постепенно распространяется вширь, захватывая всё новые территории. На юге Сибири наиболее активные горообразовательные процессы протекают в плиоцен-четвертичное время. В результате на месте нескольких складчатых систем различного возраста была сформирована молодая Алтае-Саянская горная страна в её современном виде. В связи с формированием поднятий меняется общее направление речного стока - преобладающим становится северное направление. В конце плиоцена начинается формирование долины Енисея. В неоплейстоцене в горных районах появляются ледники. При этом чередуются эпохи развития горного оледенения и разделяющие их относительно тёплые межледниковья. Ледники, продвигавшиеся с севера, перегораживали сток Сибирских рек в океан, и в ледниковые эпохи по долинам рек формировались гигантские подпрудные озёра, доходившие до нынешнего района Красноярска. Непосредственно в районе Красноярска ледников не было. Эта местность располагалась в при-ледниковой зоне с суровым субарктическим климатом. Тем не менее именно в этих условиях в среднем неоплейстоцене начинается освоение долины Енисея первобытными охотниками. Несколько стоянок древнего человека обнаружены непосредственно на территории Красноярска и в его ближайших окрестностях.

Поднятие горных систем Алтая и Саян продолжается и в настоящее время, с чем связаны отмечающиеся в этих районах проявления сейсмической активности.

2.2. Стратиграфия

В районе г. Красноярска развиты стратифицированные образования разнообразного состава и генезиса и широкого возрастного диапазона - от рифейских до голоцена (см. прил.1) [76].

ВЕРХНЕРИФЕЙСКАЯ СЭРАТЕМА

Отложения верхнего рифея (кувайская серия) развиты в северозападной части восточного Саяна в бассейнах р. Мана и Базаиха. По литологическим особенностям в разрезе кувайской серии выделяются три свиты: урманская, манская и бахтинская. Контакты образований кувайской серии с более древними отложениями повсеместно тектонические; взаимоотношения между свитами в её составе согласные.

Урманская свита сложена серовато-зелёными, тёмно-серыми кварц-хлорит-серицитовыми, эпидот-хлоритовыми, актинолитовыми, углеродисто-кремнистыми, кремнистыми, хлорит-кварц-известковистыми и другими сланцами, метапесчаниками с прослоями мраморизованных известняков, редко доломитов. Породы часто сульфидизированы и собраны в мелкие изоклиналильные складки. Мощность более 200 м.

Манская свита сложена кристаллическими известняками тёмно-серыми и чёрными, плитчатыми, иногда комковатыми, с прослоями кремнистых и филлитовидных глинистых сланцев (мощностью до 12 м), реже метапесчаников. Мощность более 600 м.

В районе Красноярска породы урманской и манской свит развиты ограниченно, в небольших тектонических клиньях в районе нижнего течения р. Базаиха. Известняки манской свиты в контакте со Столбовским массивом мраморизованы.

Бахтинская свита распространена в окрестностях г. Красноярска ограниченно в южной и юго-западной части площади (в районе северного контакта Столбовского массива вблизи смотровой площадки заповедника «Столбы» над

«Бобровым логом»). Здесь она развита исключительно в тектонических клиньях, а слагающие её породы ороговикованы под воздействием Столбовской интрузии. На смежных территориях бахтинская свита согласно залегает на манской.

Бахтинская свита сложена преимущественно метабазами. В нижней части свиты среди эффузивов встречаются прослои литокластических и кристаллокластических туфов основного состава, хлорит-серицитовых сланцев и чёрных кремнистых тонкоплитчатых сланцев, реже - туфоконгломератов.

ВЕНДСКАЯ СИСТЕМА

Тюбильская свита широко распространена на площади листа. Ее отложения картируются как по правому, так и левому бортам р. Енисей. С ними студенты могут ознакомиться в четырех маршрутах («р. Караульная», «лог Пещерный», «Голубая горка» и «Мраморный карьер»).

На левом берегу р. Енисей (в окрестностях пос. Удачный и ниже устья р. Собакина) породы свиты слагают протяженную полосу широтного простирания и смяты в сложные складки. На правом берегу Енисея они участвуют в строении Большеслизневской синклинали. Отдельные поля известны по р. Базаиха, на левобережье которой породы свиты ороговикованы под воздействием Столбовского массива.

Свита сложена достаточно однообразными известковистыми песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами, гравелитами и черными известняками. Окраска терригенных пород темно-серая, грязно-зеленая или зеленовато-коричневая. Текстура массивная или слоистая. Слоистость параллельная и волнистая. Встречаются волноприбойные знаки ряби и следы дождевых капель. По плоскостям напластования часто развит серицит.

Овсянковская свита. Площадной стратотип свиты установлен авторами ее выделения в районе д. Овсянка (Чаиркин, Заллеев, 1956). Под овсянковской свитой понималось подразделение, состоящее из двух частей карбонатного состава: нижней - доломитовой и верхней — известняковой. Позднее под овсянковской свитой стали понимать только ее нижнюю доломитовую часть.

Манская свита сложена кристаллическими известняками тёмно-серыми и чёрными, плитчатыми, иногда комковатыми, с прослоями кремнистых и филлитовидных глинистых сланцев (мощностью до 12 м), реже метапесчаников. Мощность более 600 м.

В районе Красноярска породы урманской и манской свит развиты ограниченно, в небольших тектонических клиньях в районе нижнего течения р. Базаиха. Известняки манской свиты в контакте со Столбовским массивом мраморизованы.

Бахтинская свита распространена в окрестностях г. Красноярска ограниченно в южной и юго-западной части площади (в районе северного контакта Столбовского массива вблизи смотровой площадки заповедника «Столбы» над «Бобровым логом»). Здесь она развита исключительно в тектонических клиньях, а слагающие её породы ороговикованы под воздействием Столбовской интрузии. На смежных территориях бахтинская свита согласно залегает на манской.

Бахтинская свита сложена преимущественно метабазами. В нижней части свиты среди эффузивов встречаются прослои литокластических и кристаллокластических туфов основного состава, хлорит-серицитовых сланцев и чёрных кремнистых тонкоплитчатых сланцев.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА. КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА. НИЖНИЙ ОТДЕЛ.

В окрестностях г. Красноярска к нижнему отделу кембрия относят унгутскую и торгошинскую свиты.

Унгутская свита. Выделена И. П. Жуйко и В. В. Беззубцевым в 1959 г. Стратотип расположен в районе д. Большой Унгут.

На площади листа в свиту объединены разные по составу, но близкие по возрасту отложения, залегающие в интервале разреза от овсянковской свиты до базаихской пачки торгошинской свиты, т. е. занимающие уровень томмотского яруса. Они на отдельных участках также имеют местные названия «караулинская свита» и «калтатская свита» (не используемые в легендах к современным геологическим картам).

В связи с тем, что состав отдельных частей унгутской свиты различный и отмечается изменчивость его по простиранию, выделены типы разреза свиты, для которых приняты ее местные названия.

Караулинский тип разреза представлен карбонатными отложениями, развитыми по р. Караульной, а также выше и ниже ее устья вдоль левого борта р. Енисей. Кроме естественных выходов, породы свиты здесь вскрываются карьером, расположенном в левом борту р. Караульной вблизи места ее впадения в р. Енисей. Этот карьер и выходы на берегу р. Енисей можно осмотреть в маршруте «р. Караульная». Этот тип разреза имеет однообразный известняковый состав, с прослоями доломитов в нижней части разреза и характерным горизонтом онколитовых известняков с «плавающей галькой» - в средней. Мощность 800-920 м. Перекрывающие отложения присутствуют только в одном пункте - по р. Караульной - и представлены толщей известняковых конгломератов проблематичного возраста (кембрий?).

Калтатский тип разреза унгутской свиты развит по правобережью р. Базаиха, где выходы ее пород протягиваются от г. Красный Камень в восточном направлении на расстоянии почти 12 км. Здесь свита сложена преимущественно темными известняками, зеленовато-серыми и пестро-цветными алевролитами, мергелями и редкими доломитами. Для пород характерны горизонтальная слоистость, ровные плоскости наложения и обильная терригенная примесь (Задорожная, 1974). Видимая мощность отложений в типовом разрезе против устья р. Калтат - 263 м.

Овсянковскую свиту слагают доломиты, доломитистые известняки, известковые доломиты, доломитовые брекчии, редко известняки, участками встречаются кварциты, за пределами площади - фосфориты (например, Саржаковское месторождение первичных осадочных фосфоритов). Фосфатность является характерной особенностью свиты.

Выше овсянковской свиты располагается *унгутская (караулинская) свита*, с которой она имеет согласный (постепенный) переход, выраженный появлением известняковых прослоев среди доломитовых пород в верхней части овсянковской свиты и наличием доломитовых прослоев в нижней части преимущественно известняковой унгутской свиты, а также повышением известковистости доломитов в верхах овсянковской свиты. Этот контакт можно наблюдать у северо-восточной окраины пос. Боровое. Сходен и состав мелкораквинной фауны пограничных отложений этих подразделений.

ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА. СРЕДНИЙ-ВЕРХНИЙ ОТДЕЛЫ.

Имирская свита. Вулканогенные породы свиты вместе с субвулканическими образованиями входят в состав имирского вулканического комплекса и широко распространены в пределах Качинско-Шумихинской депрессии, которая находится в северо-западном обрамлении складчатой системы Восточного Саяна. В современном эрозионном срезе эта структура протягивается в широтном направлении на 50 км к западу от окраин г. Красноярск и имеет ширину до 30 км по меридиану. По петрографическому составу и структурно-тектоническому положению вулканический комплекс Качинско-Шумихинской депрессии на протяжении многих десятилетий сопоставлялся с быскарской серией Минусинского прогиба и относился к раннему или ранне-среднему девону. Но впоследствии по эффузивам северной части депрессии и субвулканическим телам из дивногорского разреза и были получены признанные достаточно надёжными изотопные датировки, согласно которым возраст комплекса является средне-позднеордовикским.

Выделяются две подсвиты: *нижнеимирская* трахибазальт-андезибазальтовая и *верхнеимирская* трахиандезит-трахит-трахидацитовая. *Нижнеимирская подсвита* в бассейнах рек Гладкая и Крутая Кача, Бол. Минанжуль сложена лавовыми потоками и покровами оли-виновых, оливин-авгитовых и плагиоклазовых трахибазальтов, трахиандезибазальтов, реже трахиандезитов мощностью от 1-5 до 30-40 м. Для пород центральных частей потоков характерны высокая степень раскристаллизации, микроделеритовая структура и почти полное отсутствие стекловатого базиса. По направлению к кровле и подошве потока увеличивается содержание стекла. В краевых частях потоков вулканыты имеют в основном пилотакситовую структуру. В кровле потоков текстура пород, как правило,

миндалекаменная. Наблюдаются немногочисленные прослои лито-, витро- и кристаллокластические псаммитовых, псефитовых и псаммопелитовых туфов, туфопесчаников, туфоалевролитов, вулканомиктовых песчаников. В нижней части свиты отмечены прослои туфогравелитов и туфоконгломератов, в составе которых присутствуют обломки известняков торгашинской свиты и доломитов, вероятно, овсянковской свиты. Цемент базальный, базально-поровый карбонатный пелитовый с примесью хлорита, глинисто-карбонатный, карбонатный, цеолитовый и глинисто-железистый. Общая мощность подсвиты - от 350 до 1000 м.

Верхнеимирская подсвита сложена лавовыми потоками и покровами трахитов, трахидацитов, трахириодацитов, реже трахириолитов, андезитов и трахибазальтов, а также их туфами и туфолавами. Граница между нижней и верхней подсвитами проводится Е. И. Берзоном и др. по смене существенно базальтоидных вулканитов породами среднего и кислого состава. Нередко в основании верхней подсвиты здесь залегают туфы смешанного состава.

В составе верхней подсвиты в северной части депрессии в бассейнах рек Караульная и Гладкая Кача, преобладают лавовые потоки (мощностью 10-110 м) трахитов, трахидацитов, трахириодацитов, реже трахириолитов, а также их туфы. Породы верхней подсвиты в основном окрашены в различные оттенки красного и коричневого цветов. Преобладают порфиновые разновидности. Мощность подсвиты - до 1800 м.

ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА

Отложения девонской системы широко развиты на территории Красноярска и в его окрестностях. Они выполняют Рыбинскую впадину, протягивающуюся от северо-западных пригородов Красноярска в восточном и юго-восточном направлении, и представлены всеми тремя отделами девонской системы.

НИЖНИЙ ОТДЕЛ

Каримовская свита. Каримовская свита начинает разрез девонских отложений Рыбинской впадины. Её отложения протягиваются полосой вдоль северо-восточного подножья Торгашинского хребта от пос. Торгашино на южной окраине г. Красноярска в направлении г. Чёрная Сопка и ст. Петряшино и далее в ЮВ направлении.

Нижняя часть разреза имеет терригенный состав и либо выделяется в качестве *нижнекаримовской подсвиты* или же рассматривается как самостоятельная свита — *ассафьевская*. Её отложения со структурным несогласием залегают на глубоко размытой поверхности карбонатных отложений нижнего-среднего кембрия. Эта граница и развитый выше базальный горизонт ассафьевской свиты были вскрыты в восточной стенке карьера «Увал Промартели» напротив Красноярской ТЭЦ-2. Здесь обнажилась развитая на известняках торгашинской свиты поверхность размыва с глубокими (до 0,8 м) карманами, выше которой залегают пестроцветные терригенные отложения. «Карманы» в известняках заполнены слабо сцементированными неслоистыми алевролитами серо-зелёного цвета.

В целом в нижней части разреза нижнекаримовской подсвиты (ассафьевской свиты) преобладают песчаники полимиктовые жёлтой, розовато-серой и красноцветной окраски, с параллельной или направленной косою слоистостью. На различных уровнях они содержат прослои и линзы полимиктовых гравелитов и конгломератов либо прослои зелёных или красноцветных алевролитов и аргиллитов. Мощность нижней существенно песчанистой части разреза подсвиты более 100 м.

Выше по разрезу залегает грубообломочная пачка. Её разрез представлен переслаиванием мелко-, средне- и крупногалечных (иногда с примесью валунного материала) конгломератов. Изредка встречаются прослои и линзы гравелитов и песчаников. Конгломераты полимиктовые; галька сложена разнообразными магматическими и осадочными породами: сиенитами, гранит-порфирами, диоритами, габброидами, эффузивами различного состава, известняками и др. Общая мощность нижнекаримовской подсвиты (ассафьевской свиты) не менее 400 м.

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА. ЮРСКАЯ СИСТЕМА

Юрские отложения распространены на территории северной и восточной частей г. Красноярска и в прилегающих окрестностях. Осадки этого уровня представлены континентальной угленосной формацией, важнейшей особенностью которой является её ритмичное строение. Элементарные циклы осадконакопления начинаются обычно

песчаниками, реже гравелитами или конгломератами. Вверх по разрезу песчаники сменяются алевролитами и аргиллитами. И, наконец, эти циклы нередко венчаются пластами и прослоями бурых углей. Все юрские отложения района г. Красноярска принадлежат восточной зоне Чулымо-Енисейской впадины. Юрские отложения территории города и его ближайших окрестностей относятся к двум отделам этой системы - нижнему и среднему. Нижняя юра представлена макаровской и иланской свитами, средне - итатской свитой, а вышележащие отложения развиты уже на значительном удалении от города.

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Итатская свита - Образования иланской свиты слагают в районе Красноярска обширные площади на левобережье Енисея, в пределах микрорайонов Зелёная Роща, Северный, Солнечный, в окрестностях КРАЗа и деревни Песчанка. Её базальные слои с размывом ложатся на различные горизонты иланской свиты, а в краевых частях Чулымо-Енисейской впадины - и на более древние отложения. Породы итатской свиты можно наблюдать в береговых обнажениях Енисея ниже г. Красноярска, в районе дер. Коркино, Кубеково, Худоногово. Сложена она ритмично переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми алевролитами и аргиллитами, с прослоями и линзами конгломератов и гравелитов, пластами угля.

В составе свиты принимают участие песчаники, алевролиты, аргиллиты, углистые алевролиты и аргиллиты, прослои и линзы конгломератов, гравелитов, пласты угля. На основе цикличности строения разреза свита расчленена на три подсвиты, каждая из которых начинается отложениями существенно песчаного состава с прослоями и линзами грубообломочных пород, и завершается преимущественно тонкообломочными (алевроаргил-литовыми) породами с пластами и прослоями бурых углей. Отложения свиты охарактеризованы представительными споропыльцевыми комплексами средней юры (нижнеитатская подсвита - ааленский ярус, среднеитат-ская подсвита - байосский ярус, верхнеитатская - батский ярус).

Мощность нижнеитатской подсвиты до 150 м, среднеитатской – более 50 м, верхнеитатской - до 200 м. Суммарная мощность итатской свиты - до 600 м.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА. ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Отложения четвертичной системы пользуются в окрестностях Красноярска практически повсеместным развитием. Здесь широко представлены природные отложения различных генетических типов; аллювий, пролювий, элювий, коллювий, делювий, десерпций, дефлюкций, лимний, полюстрий, деляпсий, а также техногенные образования. Их возраст колеблется в диапазоне от эоплейстоценового до голоценового (современного). Основой возрастного расчленения четвертичных отложений района является хронологическая последовательность формирования Террасового комплекса Енисея. Поэтому наиболее достоверно расчленены аллювиальные отложения, слагающие поверхности разновозрастных террас. Возраст террасового аллювия определён по споропыльцевым комплексам, костным остаткам млекопитающих, а для самых молодых - и по палеолитическим орудиям. Отложения иных генетических типов сопоставляются с различными уровнями террасового комплекса по геоморфологическим признакам.

СРЕДНИЙ ОТДЕЛ

Итатская свита - Образования иланской свиты слагают в районе Красноярска обширные площади на левобережье Енисея, в пределах микрорайонов Зелёная Роща, Северный, Солнечный, в окрестностях КРАЗа и деревни Песчанка. Её базальные слои с размывом ложатся на различные горизонты иланской свиты, а в краевых частях Чулымо-Енисейской впадины - и на более древние отложения. Породы итатской свиты можно наблюдать в береговых обнажениях Енисея ниже г. Красноярска, в районе дер. Коркино, Кубеково, Худоногово. Сложена она ритмично переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углистыми алевролитами и аргиллитами, с прослоями и линзами конгломератов и гравелитов, пластами угля.

В составе свиты принимают участие песчаники, алевролиты, аргиллиты, углистые алевролиты и аргиллиты, прослои и линзы конгломератов, гравелитов, пласты угля. На основе цикличности строения разреза свита расчленена

на три подсвиты, каждая из которых начинается отложениями существенно песчаного состава с прослоями и линзами грубообломочных пород, и завершается преимущественно тонкообломочными (алевроаргиллитовыми) породами с пластами и прослоями бурых углей. Отложения свиты охарактеризованы представительными споропыльцевыми комплексами средней юры (нижнеитатская подсвита - ааленский ярус, среднеитатская подсвита - байосский ярус, верхнеитатская - батский ярус).

Мощность нижнеитатской подсвиты до 150 м, среднеитатской – до 50 м, верхнеитатской - до 200 м. Суммарная мощность итатской свиты - до 600 м.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА. ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

Отложения четвертичной системы пользуются в окрестностях Красноярска практически повсеместным развитием. Здесь широко представлены природные отложения различных генетических типов аллювий, пролювий, элювий, коллювий, делювий, десерпций, дефлюкций, лимний, полюстрий, деляпсий, а также техногенные образования. Их возраст колеблется в диапазоне от эоплейстоценового до голоценового (современного). Основой возрастного расчленения четвертичных отложений района является хронологическая последовательность формирования террасового комплекса Енисея. Поэтому наиболее достоверно расчленены аллювиальные отложения, слагающие поверхности разновозрастных террас [76].

2.3. Геоморфология и особенности геологического строения бассейна р.Енисей

В исследуемом районе развиты два основных принципиально различных класса пород, определяющих основные инженерно-геологические условия городской среды: породы с жесткими кристаллическими связями (скальные) и породы без жестких кристаллических связей (рыхлые) (Герасимова, Красилова, 1968).

Среди первых, выделяются: юрские отложения (углистые алевролиты, аргиллиты и глинистые сланцы), осадочные сцементированные породы девона (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, мергели, прослой и линзы известняка, грубозернистые пески), эффузивные породы силура-девона (диабазы, порфирита и туфы), терригенно-карбонатные породы кембрия (конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, глинистые и кремнистые сланцы, известняки, в том числе «чистые» и битуминозные, доломиты, брекчии, мергели), палеозойские интрузивные породы (серпентиниты, пироксиниты, габбро[63]).

Основная часть города Красноярска располагается на террасах Енисея, покрытых чехлом четвертичных лессовых суглинков и супесей (Горшков, 1962). При этом все надпойменные террасы имеют повышенную мощность аллювия, который большей частью представлен гравийно-галечными, песчаными отложениями [25].

Формирование рельефа территории города происходило и происходит в следствие действия комплексов, следующих экзодинамических процессов: эрозионные, суффозионно-эрозионные, оползневые, обвально-осыпные, карстовые. В диссертации по литературным и архивным данным (Герасимова, Красилова, 1968; Петрова, 1982; Богословская, Чеха, 2003; Голодковская, Горюнов, 1970; Кусковский, 1974), проведен их подробный анализ. Все эти процессы имеют широкое распространение в исследуемой части долины Енисея (рис.7) [6].

На реках Сибирской платформы высокие террасы имеют нижнечетвертичный возраст, установленный на основании находок остатков позвоночной фауны млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса. Высокая терраса (IX : выше) на Енисее (Фетисова, Дуброво, 1959; Фениксова, 1960) имеют, вероятно, дочетвертичный плиоценовый возраст, причем IX терраса Енисея является переходной — плиоценово-нижнеголоценовый. Аллювий этих террас ожелезнен, галечный материал сильно разрушен (кроме кварца и кремния), иногда наблюдаются прослой гравелитов с глинисто-каолиновым цементом [21].

Террасы среднего комплекса в основном цокольные, реже аккумулятивные. Они выражены лучше, чем верхние террасы, имеют меньшую ширину и обычно незначительную протяженность вдоль берега. Подошва глубоко врезана в коренные породы, что создает в поперечном разрезе резкий перегиб профиля долин при переходе к высоким

и низким террасам. Это свидетельствует о том, что средние террасы на реках Сибирской платформы формировались в условиях интенсивного вреза. Они имеют высокие цоколи, сложенные коренными породами и обычно маломощным аллювиальным покровом, представленным в основном песками и галечниками. Суммарная мощность аллювия этих террас достигает 60—80 м. Широкое распространение песков, подверженных часто развеванию, вызывает сильное развитие на этих террасах эолового рельефа. Если задать вопрос, чем особо выделяются средние террасы среди других террас речных долин Сибирской платформы, то можно ответить, что помимо отмеченных выше характерных черт это в основном песчаные, боровые террасы с широким развитием эолового рельефа [17].

Возраст среднего комплекса террас — среднеголоценовый. Для верхних террас этого комплекса возраст определяется по находкам в них остатков млекопитающих хазарского фаунистического комплекса, а для нижних террас — по находкам остатков той же фауны млекопитающих верхнепалеолитического комплекса с мамонтом раннего типа. Это хорошо согласуется со спорово-пыльцевыми спектрами отложений этих террас, характеризующихся господством пыльцы голарктических форм, типичных для среднего плейстоцена, реже цокольными террасами. Нередко цокольное строение имеет также пойма. Низкие террасы выражены отчетливо и распространены наиболее широко. По сравнению с террасами среднего комплекса ширина их, особенно поймы, заметно увеличивается и высоты существенно уменьшаются [77,86].

Возраст среднего комплекса террас — среднеголоценовый. Для верхних террас этого комплекса возраст определяется по находкам в них остатков млекопитающих хазарского фаунистического комплекса (рисунок 2), а для нижних террас — по находкам остатков той же фауны млекопитающих верхнепалеолитического комплекса с мамонтом раннего типа. Это хорошо согласуется со спорово-пыльцевыми спектрами отложений этих террас, характеризующихся господством пыльцы голарктических форм, типичных для среднего плейстоцена, реже цокольными террасами. Нередко цокольное строение имеет также пойма. Низкие террасы выражены отчетливо и распространены наиболее широко. По сравнению с террасами среднего комплекса ширина их, особенно поймы, заметно увеличивается и высоты существенно уменьшаются [77,86].

Весьма показательно, что поверхность I надпойменной террасы у большинства рек Сибирской платформы характеризуется обилием свежих пойменных элементов, указывающих, что она совсем недавно закончила пойменный цикл развития. Высокая пойма в настоящее время редко заливается водой в половодье и также, вероятно, переживает заключительную фазу своего пойменного развития [24].

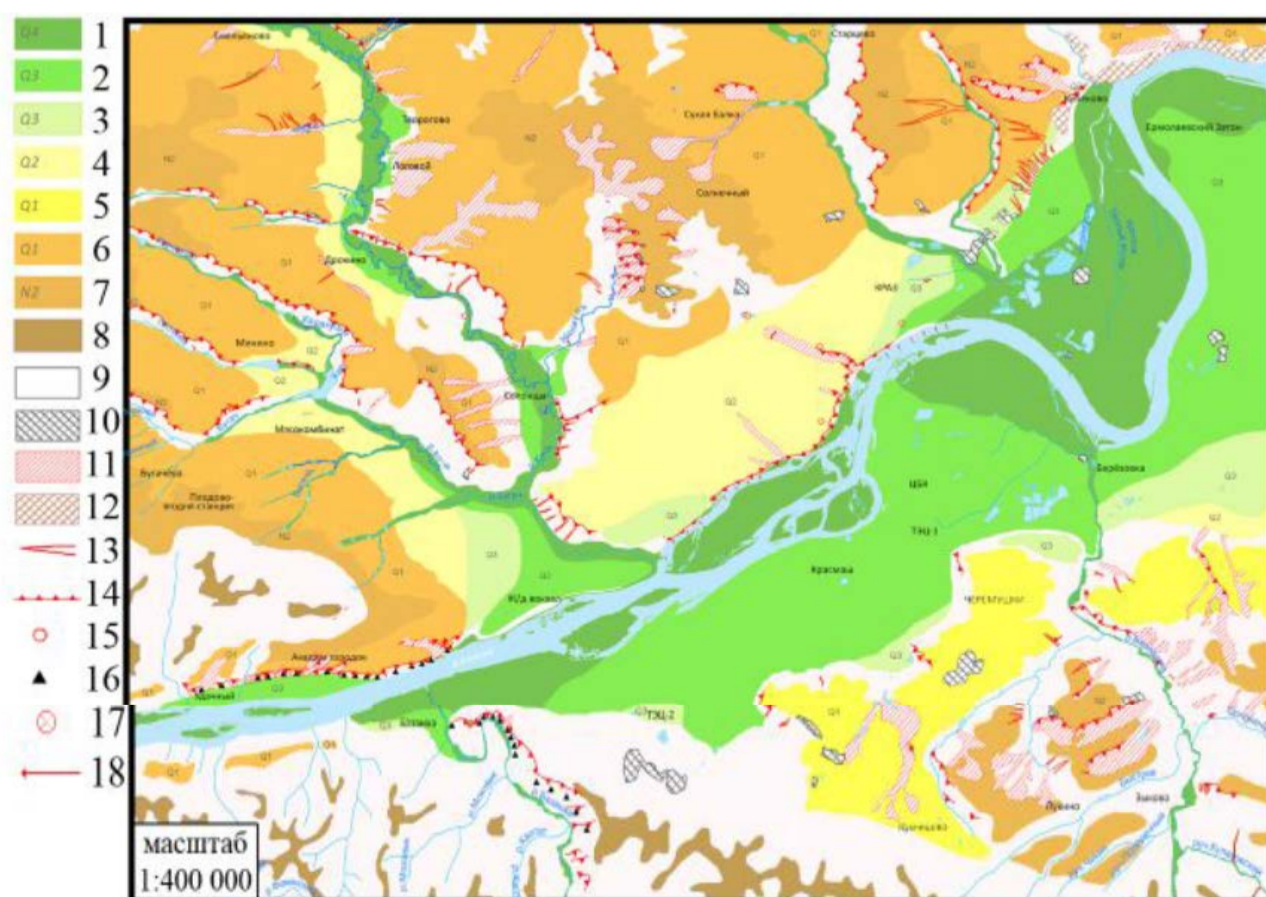


Рисунок 7-Геоморфологическая карта г. Красноярск и его окрестностей

Условные обозначения: 1-пойма р. Енисей и его притоков; 2-объединенные I и II террасы высотой 8-18 м, позднеплейстоценового возраста; 3- III терраса высотой 30 м, позднеплейстоценового возраста; 4-объединенные IV и V террасы высотой 45-55 м и 60-70 м соответственно, среднеплейстоценового возраста; 5-VI терраса высотой 100 м, среднеплейстоценового возраста; 6-VII терраса высотой 120-140 м, среднеплейстоценового возраста; 7-VIII терраса высотой 160-180 м, среднеплейстоценового возраста; 8-IX терраса высотой 200-220 м, среднеплейстоценового возраста; 9-поверхность флювиогляциальной поймы; 10-поверхность флювиогляциальной поймы; 11-поверхность флювиогляциальной поймы; 12-поверхность флювиогляциальной поймы; 13-поверхность флювиогляциальной поймы; 14-поверхность флювиогляциальной поймы; 15-поверхность флювиогляциальной поймы; 16-поверхность флювиогляциальной поймы; 17-поверхность флювиогляциальной поймы; 18-поверхность флювиогляциальной поймы.

Низкие террасы сложены глазным образом песками, галечниками и суглинками, причем у террас верхних уровней преобладают песчано-галечниковые, а нижних — песчано-галечниково-суглинистые отложения. На верхних террасах этого комплекса широко развит эоловый рельеф.

Низкие террасы имеют верхнеголоценовый и современный возраст. Таким образом, строение низких террас показывает преобладание аккумулятивных террас над эрозионными (цокольными) и свидетельствует о том, что в верхнем плейстоцене интенсивность эрозионного вреза по сравнению со средним плейстоценом уменьшилась. Судя по наличию цокольных пойм по другим признакам, темп вреза в настоящее время снова начал сильно возрастать на многих реках [18].

В рассмотрении комплексов террас речных долин Сибирской платформы, нельзя не отметить удивительное постоянство количества террас и сходство их относительных высот, закономерно повторяющихся почти на всех реках, часто удаленных на огромное расстояние одна от другой и расположенных в самых различных структурных условиях. Однозначного убедительного ответа на этот вопрос пока не имеется. Обычно предполагается, что главнейшие эрозионные циклы и образование лестницы террас обуславливаются новейшими движениями. Однако, как справедливо отмечают И. И. Краснов и С. Ф. Козловская (1966), с этих позиций трудно объяснить, почему на всей территории Сибирской платформы в речных долинах развито близкое количество террас, а также сходство их относительных высот и одинаковые высотные интервалы между ними [65, 69].

Если связывать образование террас на реках этих весьма различных по геологической структуре территорий с новейшей тектоникой, то необходимо признать прерывистые неотектонические движения одинаковой амплитуды на громадных и разнородных территориях. Сходство основных террасовых уровней во всех крупных речных долинах Сибирской платформы и многих других областей находит более обоснованное и убедительное объяснение с позиций климатической гипотезы происхождения террас [38, 40].

Однако это не значит, что при образовании террас новейшие тектонические движения не имеют никакого значения. Роль их в образовании террас бесспорно велика и разнообразна. Они наряду с колебанием главного базиса эрозии и особенностями геологической структуры определяют многие общие закономерности и своеобразные черты развития речных долин и террас. В частности, неравномерным проявлением новейших тектонических движений по времени и амплитуде объясняются образование во многих речных долинах локальных террас и различные деформации террасовых уровней. В образовании речных террас роль каждого из этих факторов меняется в зависимости от конкретных условий, хотя чаще они проявляются совместно [73,74].

На реках Сибирской платформы высокие террасы имеют нижнечетвертичный возраст, установленный на основании находок остатков позвоночной фауны млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса. Высокая терраса (IX : выше) на Енисее (Фетисова, Дуброво, 1959; Фениксова, 1960) имеют, вероятно, дочетвертичный плиоценовый возраст, причем IX терраса Енисея является переходной — плиоценово-нижнечетвертичной. Аллювий этих террас ожелезнен, галечный материал сильно разрушен (кроме кварца и кремния), иногда наблюдаются прослойки гравелитов с глинисто-каолиновым цементом (*Приложение 1*) [21].

Террасы среднего комплекса в основном цокольные, реже аккумулятивные. Они выражены лучше, чем верхние террасы, имеют небольшую ширину и обычно незначительную протяженность вдоль берега. Подошва глубоко

врезана в коренные породы, что создает в поперечном разрезе резкий перегиб профиля долин при переходе к высоким и низким террасам. Это свидетельствует о том, что средние террасы на реках Сибирской платформы формировались в условиях интенсивного вреза. Они имеют высокие цоколи, сложенные коренными породами и обычно маломощным аллювиальным покровом, представленным в основном песками и галечниками. Суммарная мощность аллювия этих террас достигает 60—80 м. Широкое распространение песков, подверженных часто развеванию, вызывает сильное развитие на этих террасах эолового рельефа. Если задать вопрос, чем особо выделяются средние террасы среди других террас речных долин Сибирской платформы, то можно ответить, что помимо отмеченных выше характерных черт это в основном песчаные, боровые террасы с широким развитием эолового рельефа [17].

Возраст среднего комплекса террас — среднеголоценовый. Для верхних террас этого комплекса возраст определяется по находкам в них остатков млекопитающих хазарского фаунистического комплекса, а для нижних террас — по находкам остатков той же фауны млекопитающих верхнепалеолитического комплекса с мамонтом раннего типа. Это хорошо согласуется со спорово-пыльцевыми спектрами отложений этих террас, характеризующихся господством пыльцы голарктических форм, типичных для среднего плейстоцена, реже цокольными террасами. Нередко цокольное строение имеет также пойма. Низкие террасы выражены отчетливо и распространены наиболее широко. По сравнению с террасами среднего комплекса ширина их, особенно поймы, заметно увеличивается и высоты существенно уменьшаются [77,86].

Весьма показательно, что поверхность I надпойменной террасы у большинства рек Сибирской платформы характеризуется обилием свежих пойменных элементов, указывающих, что она совсем недавно закончила пойменный цикл развития. Высокая пойма в настоящее время редко заливается водой в половодье и также, вероятно, переживает заключительную фазу своего пойменного развития [24].

Низкие террасы сложены глазным образом песками, галечниками и суглинками, причем у террас верхних уровней преобладают песчано-галечниковые, а нижних — песчано-галечниково-суглинистые отложения. На верхних террасах этого комплекса широко развит эоловый рельеф.

Низкие террасы имеют верхголоценовый и современный возраст. Таким образом, строение низких террас показывает преобладание аккумулятивных террас над эрозионными (цокольными) и свидетельствует о том, что в верхнем плейстоцене интенсивность эрозионного вреза по сравнению со средним плейстоценом уменьшилась. Судя по наличию цокольных пойм по другим признакам, темп вреза в настоящее время снова начал сильно возрастать на многих реках [18].

Заканчивая рассмотрение комплексов террас речных долин Сибирской платформы, нельзя не отметить удивительное постоянство количества террас и сходство их относительных высот, закономерно повторяющихся почти на всех реках, часто удаленных на огромное расстояние одна от другой и расположенных в самых различных структурных условиях. Однозначного убедительного ответа на этот вопрос пока не имеется. Обычно предполагается, что главнейшие эрозионные циклы и образование лестницы террас обуславливаются новейшими движениями. Однако, как справедливо отмечают И. И. Краснов и С. Ф. Козловская (1966), с этих позиций трудно объяснить, почему на всей территории Сибирской платформы в речных долинах развито близкое количество террас, а также сходство их относительных высот и одинаковые высотные интервалы между ними [65, 69].

Если связывать образование террас на реках этих весьма различных по геологической структуре территорий с новейшей тектоникой, то необходимо признать прерывистые неотектонические движения одинаковой амплитуды на громадных и разнородных территориях, что, по-справедливому замечанию И. И. Краснова и С. Ф. Козловской (1966), невероятно. Спорить с приведенными доводами трудно. Нельзя не согласиться с И. И. Красновым и С. Ф. Козловской (1966) в том, что сходство основных террасовых уровней во всех крупных речных долинах Сибирской платформы и многих других областей находит более обоснованное и убедительное объяснение с позиций климатической гипотезы происхождения террас [38, 40].

Однако это не значит, что при образовании террас новейшие тектонические движения не имеют никакого значения. Роль их в образовании террас бесспорно велика и разнообразна. Они наряду с колебанием главного базиса эрозии и особенностями геологической структуры определяют многие общие закономерности и своеобразные черты развития речных долин и террас. В частности, неравномерным проявлением новейших тектонических движений по времени и амплитуде объясняются образование во многих речных долинах локальных террас и различные деформации террасовых уровней. В образовании речных террас роль каждого из этих факторов меняется в зависимости от конкретных условий, хотя чаще они проявляются совместно [73,74].

В пределах рассматриваемого района наблюдается, наряду с восьмью террасовыми уровнями долины Енисея, пять водораздельных поверхностей.

Первый уровень расположен на абсолютной высоте 500—700 м. Является наиболее высокой частью территории района, занимает водораздел рек Енисея и Бугача, а также плоские вершины Курбатово-Сырского белогорья. Этот уровень представляет собой приподнятые участки древнего пенеплена. Коренными породами являются красноцветные мергели, конгломераты, песчаники палеозойского возраста, на которых развиты маломощные (1—2 м) красные аллювиально-делювиальные глины, суглинки, остаточные карбонатные породы, включающие гальку, гравий и щебень.

Следующим уровнем является галечниковое плато с высотами от 370 до 450 м над уровнем моря. Он занимает предгорную аллювиально-пролювиальную равнину, сформированную у подножья Восточного Саяна. Галечниковое плато сохранилось на водоразделах рр. Большого Кемчуга и Чулыма, Большого и Малого Кемчуга, Малого Кемчуга и Енисея в виде отдельных возвышенностей.

Третьим уровнем является поверхность дочетвертичного пенеплена с абсолютными высотами 300 -400 м на Обь-Енисейском водоразделе и 270—300 м на его склонах. На нем отлагались породы делювиально-пролювиального сноса с галечникового плато и продукты размыва. Современные покровные отложения представлены маломощными (2—3 м) бурыми и буро-коричневыми глинами.

Четвертый уровень охватывает поверхность водораздельных пространств притоков. Преобладают здесь высоты от 240 до 260 м. Над ним возвышаются отдельные участки галечникового плато.

Пятый уровень распространен в пределах Средне-Сибирского плоскогорья. Он характеризуется пологоувалистой поверхностью с высотами до 300 м. Сложен рыхлыми континентальными отложениями юрского и девонского возрастов.

Строение долины Енисея асимметричное. Правый склон ее более короткий и крутой, левый же пологий и протяженный. На участке Красноярск—Хлопуново характерны следующие черты строения долины. Здесь выявлено 8 надпойменных террасовых уровней. Между левыми и правобережными террасами наблюдается некоторая разновысотность. В правобережных террасах высота больше на несколько метров. Эта разность более выражена на террасах со средними высотами. В районах проявления локальных поднятий (сс. Кубеково, Шивера) долина сужена. Здесь преобладают террасы эрозионно-аккумулятивные. Долина Енисея на территории района по генезису и происходящим эрозионным процессам подразделяется на 6 участков.

Первый участок простирается от створа Дивногорской ГЭС до г. Красноярска. Здесь наблюдается глубинная эрозия. Долина реки узкая, горного типа. Берега крутые, террасы слабо выражены. По склонам долины наблюдаются выходы интрузий щелочных сиенитов.

Второй участок расположен между Красноярском и с. Коркино. На этом участке долина реки расширяется, склоны ее имеют пологий характер. Происходит размыв левого берега, на правом берегу откладывается аллювий. Пойма имеет ширину до 4 км. Долина террасирована (рис.2). На обоих склонах выражен почти полный комплекс террас.

Третий участок простирается от с. Коркино до с. Кубеково. Здесь происходит размыв правого берега и отложение аллювия на левом берегу. Ширина поймы на левом берегу составляет 3 км. Характерно наличие

почти полного комплекса террас. Левый берег круче правого. На левом берегу хорошо выражены древние оползни.

Четвертый участок наблюдается между с. Кубеково и с. Худоногово. Эрозионные процессы аналогичны участку реки Красноярск—Коркино. Размыву подвержен левый берег. В левобережье хорошо выражены террасы и древние оползни. Оползневые явления происходят и сейчас. В русле много островов.

Пятый участок протягивается от с. Худоногово до Шивера. Эрозионные процессы аналогичны участку реки Коркино—Кубеково. Но, здесь происходит размыв правого берега. На склонах долины наблюдаются почти все террасы.

Ниже с. Шивера расположен *шестой участок*. В этом месте река пересекает Атамановский хребет, сложенный допалеозойскими породами. Долина реки на участке сужена, скорость течения увеличена. В пределах его имеет место донная эрозия¹.

В долине Енисея хорошо сохранились террасы. Среди них преобладают аккумулятивные террасы.

Пойма имеет 2 уровня с высотами 3—4 и 5—6 м. Ширина ее редко превышает 100 м. Сложена она серыми песками, глинисто-илистыми отложениями, подстилаемыми галечниками. Поверхность поймы имеет гривистый характер рельефа.

I надпойменная терраса расположена на высоте 8—10 м, она распространена широко. Встречается в районе сс. Коркино и Кубеково. Кроме того, она развита в нижней части долины рр. Качи и Бугач. Цоколь террасы опущен под уровень воды в реке на 2—6 м. Сложена она лёссовидными суглинками с погребенным почвенным горизонтом. Под ними залегают серовато-желтые глинистые пески и галечник. Терраса заливается Енисеем только в годы наиболее высокого стояния вод.

II надпойменная терраса высотой в 12—14 м занимает большие площади ниже села Частоостровского в правобережье р. Качи от устья Бугача до с. Солонцы и в районе заповедника Столбы. Цоколь ее находится на отметках уреза реки. Сложена песками, лёссовидными суглинками, подстилаемыми галечниками.

III надпойменная терраса (17—20 м) занимает большие территории. На ней расположена значительная часть города Красноярска. Кроме того, она четко выражена в районе сс. Коркино и Атаманово. Ширина террасы достигает 1,5 км. Цоколь ее расположен над урезом воды на 4—6 м.

IV надпойменная терраса имеет высоту 45—55 м. Расположена она в левобережной части Енисея ниже с. Кубеково и у сс. Атаманово и Хлоптуново. Цоколем террасы являются породы юрского возраста с относительной высотой 7—10 м над урезом воды. Сложена тонкозернистым песком, лёссовидными суглинками, галечником.

V надпойменная терраса (высота 70—80 м) занимает значительные площади от с. Куваршино до с. Атаманово. В черте города Красноярска терраса расположена в левобережье на северной оконечности его. Высота цоколя 35—40 м над урезом воды. Сложена тонкозернистым песком, лёссовидными суглинками подстилаемыми галечниками. У своего основания галечник сцементирован кальцитом и приобретает вид конгломерата. Ни же конгломерата находится цоколь террасы, состоящий из пород юрского возраста.

VI надпойменная терраса имеет высоту 100—120 м над уровнем Енисея. Развита она в район г. Красноярска и с. Березовки.

V и VI террасы в отличие от I, II, III, IV надпойменных аллювиальных террас являются аккумулятивно-эрозионными.

VII надпойменная терраса (высотой 130—140 м) имеет широкое распространение в районе г. Красноярска и между сс. Кубеково и Частоостровское. Является аккумулятивно-эрозионной террасой. Цоколь приподнят на 70—110 м над уровнем реки.

VIII надпойменная терраса (160 м) имеет незначительную мощность аллювия, залегающего на коренных

породах. Распространена в окрестностях Красноярска. Здесь она примыкает к древнему плато.

Долины притоков Енисея также террасированы. Правый приток р. Базаиха протекает по горной территории. Долина ее отличается значительной извилистостью, она узка и глубоко врезана. Очень часто берега круто обрываются к руслу реки. Особенностью реки Базаихи являются врезанные меандры. Базаиха со своими притоками интенсивно врезается в Восточно-Саянский хребет, сохраняя меандровый характер долины. В долине наблюдается три террасовых уровня с высотами 25, 80 и 150 м над урезом реки. Местами они с поверхности прикрыты незначительным слоем гальки².

История геоморфологического развития района характеризуется многократным углублением речных долин, образованием серии террас и расчленением рельефа. Почти все террасы Енисея и Кана имеют цоколь из коренных пород, наличие которого связано с формированием долин рек в условиях интенсивных поднятий поверхности. Характерным является то, что почти у всех террас на цоколе залегают в основном гравийно-галечниковые образования, а в верхней части разреза отложения представлены песчано-глинистым комплексом. Эта особенность строения террас объясняется уменьшением скорости течения рек к моменту завершения аккумуляции аллювия и остановкой восходящих движений. Продольный профиль рек ступенчатый, что при незначительных литологических различиях может быть объяснено равнозначностью тектонических движений отдельных участков.

Геоморфологические данные позволяют предполагать, что общая тенденция неотектонического развития района — дифференцированные поднятия. Они сохраняются и на современном этапе его геологического развития. Об этом свидетельствуют более интенсивное врезание гидрографической сети, отсутствие на отдельных участках рек (Кача, Бугач, Черемушка) аллювиальных отложений, преобладание крупнообломочного материала в современной аллювии. На усиление глубинной эрозии указывает как ступенчатость продольного профиля рек, так и висячий характер приустьевых частей долин притоков. С глубинным врезанием рек связан переход бывшей поймы Енисея в первую надпойменную террасу. Слабое развитие современной поймы указывает на то, что последний этап ее формирования начался недавно и, очевидно, продолжается в настоящее время, с чем связано наличие двух уровней поймы.

Таким образом, развитие территории на современном этапе характеризуется восходящими движениями, обусловившими интенсивное проявление денудации. В связи с этим находится высокое гипсометрическое положение территории г. Красноярска и его окрестностей преобладание в его пределах денудационного рельефа и глубокое расчленение поверхности.

Современные движения земной коры носят дифференцированный характер, одни участки поднимаются быстрее, другие медленнее. Врезание эрозионной сети совершалось одновременно с поднятием территории, неравномерным в разных ее частях. На одновременность неравномерных поднятий и эрозионного вреза указывает то, что реки в отдельных своих частях прорезают узкими глубокими долинами интенсивно поднимающиеся участки. Это свидетельствует о том, что долины рек были заложены прежде, чем произошли дифференцированные поднятия.

Согласно приведенным данным интенсивность современных тектонических поднятий в пределах Красноярской лесостепи возрастает в общем, по мере приближения к отрогам Восточного Саяна. В этом направлении наблюдается увеличение абсолютных высот, усиление эрозионно-денудационных процессов, углубление и расчленение поверхности. Кроме того, имеют место локальные неотектонические движения. Выпуклость продольного профиля р. Енисея, колебания относительных высот террас и их цоколей, уменьшение мощности аккумулятивного материала в районе сел Кубеково — Есаулово и Атамановского хребта свидетельствуют о поднятии указанных участков земной коры.

Неотектонические движения, определившие характер и направление эрозионно-денудационных процессов на исследуемой территории, оказали влияния на всю совокупность элементов географической среды. Анализ этих

движений способствует решению вопросов, касающихся тех или иных географических явлений. Вместе с этим он помогает решить многие хозяйственные задачи.

Влияние хозяйственной деятельности человека на почвенно-климатические условия различно в местах тектонических поднятий и опусканий. Это приводит к необходимости проводить дифференцированные агротехнические мероприятия, соответствующие развитию природного процесса.

При районировании территории знание современных движений поверхности способствует более точному выявлению географических комплексов, как целостных в природном отношении территорий. Таким свойством характеризуются участки одного направления и приблизительно равных амплитуд вертикальных движений. Они представляют собой единое целое всех элементов физико-географической среды, находящихся во взаимной связи через общность охватывающего их природного процесса, обусловленного неотектоникой (Сергеев Г. М., 1965).

Район расположен в южной части Красноярской островной лесостепи в области сочленения Восточного Саяна, Западно-Сибирской равнины и Средне-Сибирского плоскогорья, которые резко отличны по своему геоморфологическому облику. Южная и юго-восточная часть территории, относящаяся к отрогам Восточного Саяна и Средне-Сибирского плоскогорья, представляет собой низкогорье. Северные же участки, являющиеся частью юго-восточной окраины Западно-Сибирской равнины, имеют слабо расчлененную поверхность.

Рельеф района обусловлен денудационно-эрозионными процессами и тектоникой. Денудация во время мезозоя и начала кайнозоя (до верхнего палеогена) сформировала пенеплен, на месте которого образовался современный рельеф района. Дифференцированность тектонических процессов в верхнем палеогене, в неогене и четвертичное время резко нарушила целостность древнего пенеплена, приподняв его южные и восточные части на несколько сот метров. Сводовые поднятия сопровождались сбросовыми дислокациями, вызвавшими глыбовый характер поднятых участков, осложненных интрузивными процессами. Северные районы были приподняты на небольшую высоту, без нарушения целостности пластов. Поднятие территории усилило эрозионный размыв, превратив южную и восточную части района в сильно расчлененное низкогорье с абсолютными высотами 500—600 м в левобережье и 300 м на правобережье Енисея. В северной пониженной части, где тектоника проявилась слабее, сформировалась слаборасчлененная полого-увалистая равнина с высотами, не превышающими 300 метров.

На формы рельефа значительную роль оказывают и литологические особенности горных пород. Повышенные участки, имеющие более резкие крутосклонные формы рельефа, приурочены к девонским отложениям (известняки, мергеля, конгломераты). Долины рек здесь узкие, иногда каньоно-образные (р. Базаиха). Районы же, сложенные рыхлыми слабо сцементированными породами юрского возраста, имеют формы рельефа с мягкими очертаниями. Речные долины здесь более широкие, пологосклонные.

Основными геоморфологическими элементами района являются речные долины системы Енисея и междуречные пространства. Важнейшей особенностью морфологии является ярусность рельефа, связанная с террасовыми уровнями Енисея и поверхностями выравнивания на междуречных пространствах.

Иное строение имеют долины левых притоков р. Енисея. Долины рек здесь достигают ширины в несколько километров. Вследствие падения пластов пород в северном направлении левые склоны долин крутые и короткие, правые пологие и длинные. В области распространения Качинской свиты притоки Енисея расположены по простиранию пород, приспособившись к структуре фундамента. Ввиду слабого наклона местности реки характеризуются спокойным течением, хорошо выраженными меандрами (р. Кача).

Долина Качи в среднем и нижнем течении имеет следующие террасы с высотами: пойма — 1,5—3 м, надпойменные террасы: I — 4—5 м, II — 7—11 м, III — 14, 18 м, IV — 24—30 м (по материалам Красноярского гидроуправления).

Долина р. Черемушка имеет аналогичное строение. На этом участке она отличается значительной

врезанностью русла реки. Берега обрывистые, скорость течения повышенная. В среднем течении р. Черемушка выявлены следующие террасы: Пойма — 3,2 м, I терраса — 4,80—5,40 м, II терраса — 8,0 м, IV — 26,0 м.

В соответствии с генезисом, формами рельефа и происходящими процессами в пределах рассматриваемой территории выделяется 7 структурно- геоморфологических районов:

Верхне-Качинское широко-холмисто-увалистое сильно расчлененное эрозионно-денудационное низкогорье. Расположено в западной части Красноярского хребта, являющегося северо-западным отрогом Восточного Саяна. Высота его в отдельных местах достигает 700 м.

Качинская холмисто-увалистая средне-расчлененная наклонная денудационная равнина. Занимает южную половину галечного плато, расположенного в бассейне среднего течения р.Качи. Высоты здесь изменяются от 300 м на юге до 200 м на севере.

Кемчугское пологоувалистое, расчлененное денудационное средневысотное (300 м) плато. Расположено на юго-восточной оконечности Западно-Сибирской равнины, в междуречье рр. Большого и Малого Кемчуга.

Балахтонская волнистая, слабо расчлененная денудационно-аккумулятивная равнина. Занимает южную часть междуречья рр. Большого Кемчуга и Чулыма, в пределах которого распространены высоты 200—300 м.

Бузимская плоско-увалистая, слабо расчлененная равнина. Находится на юго-восточной окраине Западно-Сибирской равнины, занимая водоразделы с высотами 200—300 м.

Березовская холмисто-увалистая расчлененная равнина. Представляет западную оконечность Рыбинской впадины.

Майское расчлененное среднегорье. Расположено в правобережной части Енисея, занимая бассейн рр. Маны и Базаихи. Высоты его нередко достигают 700 м³.

Произведенное районирование позволяет наметить пути более полного использования территории района для нужд сельскохозяйственного производства. Наиболее пригодными для земледелия являются Качинская.

Глава 3. Геоморфология долин малых рек среднего течения р. Енисей

Малый водосборный бассейн - отрицательная форма рельефа, представляющая собой первые четыре - шесть порядков гидросети, включая русловую сеть и прилегающие к ней водосборные площадки. Самые первые порядки в этом случае представлены лоцинно-потяжинной, овражно-балочной, ложково-распадковой четью, а далее часто переходят в бассейны малых рек. Это сложная геоморфологическая система, в которой основным системообразующим фактором является работа текущих поверхностных вод [76, 79].

Основная информация по гидрогеологическому режиму территории находится в различных ведомствах в закрытом доступе. Научные исследования А.С. Герасимовой и П.С. Красиловой (1968) стали основой для разработки карты «Глубина залегания грунтовых вод территории г. Красноярска и его окрестностей». Грунтовые воды по условиям залегания приурочены к водоразделам, пологим склонам, террасам, имеются в рыхлых породах. Значительные площади имеют воды делювиальных склонов, которые накапливаются за счёт атмосферных осадков и движутся вниз по поверхностям водонепроницаемых слоев[1].

В целом территорию города и его ближайших окрестностей с геологической и геоморфологической точки зрения можно охарактеризовать, как весьма неоднородную. Город расположен в долине Енисея в его среднем течении на стыке трех крупных морфоструктурных образований: Западно-Сибирской равнины, отрогов Енисейского кряжа и Восточного Саяна. Территория города занимает Красноярскую котловину — расширение в долине Енисея между северными отрогами Восточного Саяна и Енисейским кряжем. Котловина представляет собой комплекс террас долины Енисея (по разным оценкам в районе города и его ближайших окрестностей насчитывается от семи до девяти террас возраста от неогена-олигоцена до позднего плейстоцена), глубоко врезанной в палеозойские (девон-карбон) и мезозойские (юра) осадочные породы.

В районе Красноярска перепад высот между урезом Енисея и водоразделами составляет до 115 м в левобережной части и до 165 м на правобережье. Террасы в долине представлены практически горизонтальными поверхностями (с уклонами не более 3°), отделенными друг от друга террасовыми уступами с уклонами 15 — 25° и высотой 5 — 25 м. В правобережной части города ширина долины изменяется от 1 км у ручья Лалетина до 6–8 км при впадении реки Березовки. Левобережная долина расширяется от 2 до 8 км только при впадении реки Качи и в северной части, в районе с. Песчанка (рис 8.) [2]. Русло Енисея делит город на две части: левобережье (север и северо-запад города) и правобережье (юг и юго-восток). В пределах города Енисей омывает два крупных острова — остров Отдыха и остров Татышев, а также небольшой остров Молокова, где находится водозабор.

Река служит своеобразной границей между Западносибирской низменностью и Среднесибирским плоскогорьем. В южной и юго-западной части города (в районе Студгородка и заповедника «Столбы») на его территорию заходят северные отроги Восточного Саяна, сложенные метаморфизированными породами палеозоя с участками интрузий.

Река Енисей является для города транзитной рекой и местным базисом эрозии: все малые реки и ручьи города относятся к его бассейну. Все малые реки города так или иначе выходят в долину Енисея, поэтому имеют участки глубокого вреза в уступы, где долины сужаются, приобретают V-образный профиль, скорость течения в них резко увеличивается, течение приобретает характер, свойственный горной реке. Более узкими и врезанными долинами характеризуются реки, берущие начало внутри котловины (например, река Собакина в восточной части левобережья). В левобережной части основными притоками Енисея (с запада на восток) являются реки Караульная, Крутенская, Пионерская и Кача. Самой крупной из них является река Кача. В правобережной части территории Енисей последовательно вбирает в себя воду рек Большой Слизневой, Быковой, Лалетина, Базаихи и Черемуховки [3]. Для всех рек характерно меандрирование, слабо выраженный ступенчатый профиль.

Рисунок гидрографической сети в плане перистый. Не все малые реки города имеют полностью развитые речные долины. Так, собственными террасными комплексами и наличием выраженных участков пойменных отложений обладают только четыре малых реки на территории города: на левобережье это Кача и ее приток Бугач, а на правобережье — Березовка и Базаиха [1]. Эти реки характеризуются наличием в пределах города террасного комплекса из одной-двух позднеплейстоценовых террас, то есть формирование их долин в современной городской черте происходило позже формирования долины Енисея.

На форму речных долин малых рек города и геоморфологические процессы в них на городской территории большое влияние оказывает антропогенный фактор. Это, прежде всего, застройка долин (особенно пойм), берегоукрепительные работы, искусственное изменение гидрологического режима поверхности водосбора, а также захламливание русел рек и ручьев, их искусственная засыпка и увод в трубы (как, например, река Паниковка на правобережье) и т. д. В той или иной мере антропогенное влияние на геоморфологические процессы и формы рельефа долин испытали все малые реки на территории города. Красноярск, как промышленный город-миллионник с весьма плотным заселением и расположением объектов инфраструктуры в значительной степени воздействует на малые реки, находящиеся в городской черте, в том числе и на формы рельефа, связанные с ними [1].

Наиболее значительной из малых рек левобережья города является Кача, впадающая в Енисей в центральной части города. Общая длина реки — 102 км, средний расход воды: 4,8 м³/с. В верхнем и среднем течении река протекает

преимущественно по равнине с малыми уклонами, здесь ею сформирована долина с террасным комплексом позднеплейстоценовых террас. В среднем течении (у деревни Дрокино на 10 км выше входа в городскую черту) это зрелая плоскородная равнина, находящаяся в фазе боковой эрозии, с подмываемыми склонами разной крутизны, днище которой выстилается русловым и пойменным аллювием. В пойме развита луговая растительность, участками она заболочена, здесь формируются аллювиальные почвы [2]. В городской черте долина реки существенно изменена антропогенным воздействием: она в значительной мере застроена (особенно в более пологой правобережной части), русло укреплено берегозащитными стенами. В пределах города для долины реки характерно существенное снижение ширины шлейфа связанных с ней аллювиальных отложений, сужение радиуса меандр.

Приток Качи Бугач — река, целиком протекающая в пределах Красноярской котловины. Она, как и Кача характеризуется склонностью к меандрированию, развитием преимущественно боковой эрозии, широкой поймой. В настоящее время река в значительной мере зарегулирована (на ней создано несколько прудов, в том числе пруд Мясокомбината), ее пойма активно застраивается (с 2010 года на правобережье построен микрорайон Бугач).

Река Березовка начинается в юго-восточной части Торгашинского хребта, с вершины горы Лысанки, на высоте чуть более 600 метров над уровнем моря. Общая длина реки - 64 км, площадь бассейна - около 680 км². Левобережная часть бассейна - Торгашинский хребет, правобережная - плато без названия. Нижняя часть бассейна находится в Красноярской котловине. Правобережные склоны долины крутые, левобережные - более пологие и отдаленные от русла. Изрезанность их лощинами невелика, и все они сухие. Оба берега верхней части реки покрыты лесами. Выше устья Ситика долина резко сужается, дно ее имеет ширину около 10-15 метров. Повсеместно Березовка имеет хорошо выраженную пойму, в местах расширения долины сформировались террасы.

Река Базаиха — наиболее значительная на правобережье. По своему характеру течения она близка к рекам горного типа. Долина реки имеет корытообразную форму с поймой шириной 250-400 м и фрагментами низких террас (I – высотой 6 – 8 м, II – высотой 9 – 12 м, III – высотой 15 – 18 м). В пределах поймы наблюдаются мелкие неправильные вторичные меандры. Склоны долины Базаихи асимметричны. Северные – более крутые и осложнены обвально-осыпными явлениями. Здесь имеются обрывистые скальные участки, обильные останцы [4]. В русле реки в нижнем течении формируются небольшие острова. Особенностью Базаихи в пределах городской черты является практически полное отсутствие воздействия городского хозяйства на ее долину, поскольку по реке проходит граница заповедника «Столбы».

3.1. Особенности формирования рельефа долин малых рек

Речная сеть всей территории была в основном заложена в среднем мезозое, когда в значительной степени определился общий морфоструктурный план, близкий к современному: наряду с древними платформами существовал основной орографический узел - Алтае-Саянский пояс, но главным было направление стока во внутренние пониженные области платформы и межгорных депрессий, где существовали многочисленные водоемы. Как и в современной сети, ложбины стока нередко унаследовали тектонические прогибы.

Современная речная сеть сформировалась преимущественно в плиоцен-четвертичное время, на неотектоническом этапе развития рельефа. При этом произошла существенная перестройка древней гидрографической сети. Для сети низких порядков нередко сохранилась унаследованность мезозойской речной сети.

Для сети региона характерна особенно тесная связь с «разрывной» тектоникой. Речные долины занимают многие зоны тектонических нарушений, причем средние и малые реки занимают тектонические депрессии низших порядков. Важное значение имеют также интенсивность и знак блочных неотектонических движений и другие

тектонические характеристики. В то же время при анализе развития речных систем нельзя недооценивать влияние экзогенного — климатического — фактора, определяющего водоносность потоков на каждом историческом этапе, воздействующего на интенсивность эрозионных и других процессов [25]. Территория района расчленена гидрографической сетью на ряд различно ориентированных водоразделов, отличающихся между собою разным характером рельефа.

Западная часть района представляет восточный склон водораздела рек Чулыма и Большого Кемчуга. Поверхность его характеризуется незначительными амплитудами высот. Наибольшие абсолютные отметки в юго-западной части, где они достигают 425 м. В остальных же местах высоты колеблются от 280 до 300 м. Склон водораздела значительно расчленен. Однако речные долины и лога здесь широкие и пологосклонные. Относительное превышение водоразделов над уровнем рек составляет около 50 м. Общий характер рельефа волнисто-увалистый.

Междуречье рр. Большого и Малого Кемчуга отличается незначительными разностями высот. Они колеблются от 250—300 м на севере до 450 м на юге. Склоны междуречья расчленены довольно густой сетью долин рек и логов. Водоразделы возвышаются над уровнем рек до 70 м. Рельеф междуречья полого-увалистый.

Междуречье рр. Кемчуга и Енисея имеет наибольшие высоты в левобережной части Енисея. Водораздельная линия его расположена на высоте 500 м над уровнем моря, что составляет относительное превышение над горизонтами воды в Енисее 365 и Малом Кемчуге 300 метров. Поверхность междуречья круто понижается в сторону М. Кемчуга. Она сильно расчленена речной сетью и логами. Склон водораздела, обращенный к долине Енисея, является более пологим.

Этот склон расчленен рр. Караульной, Качей и Подъемной на ряд отдельных довольно широких междуречий. Южная часть представляет собой северный склон водораздела рр. Караульной и Качи. Поверхность его характеризуется значительными разностями высот от 400 до 300 м. Он сильно расчленен эрозионной сетью, глубина вреза составляет 100 м. На территориях, сложенных кембрийскими карбонатными породами, широко распространены карстовые явления, создающие типичные карстовые формы рельефа—пещеры и др. (район р. Караульной).

Междуречье рр. Качи и Бугача характеризуется также большими колебаниями высот — от 380 до 220 м. Водораздельная линия значительно смещена к долине р. Качи. В связи с этим южный склон водораздела круче опускается к р. Каче и сильнее расчленен речной сетью и логами. Северный же склон полого спускается в долину р. Бугач и слабо расчленен эрозионной сетью. Рельеф его плоско-увалистый.

Северную часть района в левобережье Енисея представляет южный склон междуречья рр. Бугач и Подъемной. Поверхность его отличается небольшим различием высот. Наибольшая абсолютная отметка наблюдается в западной части — 410 м, в остальных же местах высоты колеблются от 250 до 300 м. Эрозионные процессы формируют широкие, пологосклонные долины. Превышение водораздела над уровнем рек составляет 50 м. Общий характер рельефа слабо волнистый.

Междуречье рр. Базаихи и Березовки расположено в правобережье Енисея. Водораздельная линия сдвинута к р. Базаихе. Она проходит на высоте 700 м над уровнем моря, что составляет превышение над устьевой частью реки 500 м. Южный склон, круто обрывающийся в сторону Базаихи, сильно расчленен. На крутизну склона оказывает влияние также геологическое строение его. Территория сложена известняками, которые при эрозионных процессах дают крутые склоны. Склон, обращенный к р. Березовке, сложен песчаниками и более пологий. Он менее расчленен эрозионной сетью. Общий характер рельефа в южной части междуречья низкогорный, а северный холмисто-увалистый.

Крайняя северная правобережная часть района представляет южный склон водораздела рр. Березовки и Есауловки. Морфология его одинакова с северным склоном междуречья рр. Базаихи и Березовки.

Восточную часть района в меридиональном направлении пересекает р. Енисей.

Малые реки города Красноярска и его окрестностей по богатству и разнообразию типов и размеров речных долин не имеет себе равных. Поэтому их изучение должно помочь в решении многих общих проблем геоморфологии

речных систем. Рассмотрим три малых реки (река Кача, река Бугач и река Черемушка) [29].

Река Кача - левый приток Енисея, берет начало на Кемчугском поднятии. Длина ее 102 км. Площадь водосбора 1280 км. Из 35 притоков только четыре имеют длина более 10 км (Крутая Кача - 16 км, Арей - 13 км, Еловка - 22 км и Бугач - 24 км).

На верхней кромке долины р. Кача, на пологом склоне куэстовой гряды, обращенной в сторону пос. Солонцы располагается цепочка мелких неглубоких карьеров. Ранее эти карьеры поставляли материал для отсыпки местных дорог. Вскрытые в них гравелиты оказались привлекательными по своим декоративным особенностям, и их стали использовать для украшения садово-парковых сооружений.

Вскрытые в этих карьерах породы кунгусской свиты протягиваются от центральной части о. Татышев на северо-запад до пос. Солонцы (рис. 9). Карьерами вскрыта средне-кунгусская подсвита (D_3kn_2), представленная песчаниками, алевролитами, аргиллитами с прослоями мергелей, известняковых гравелитов и линзами кварц-полевошпатных конгломератов.

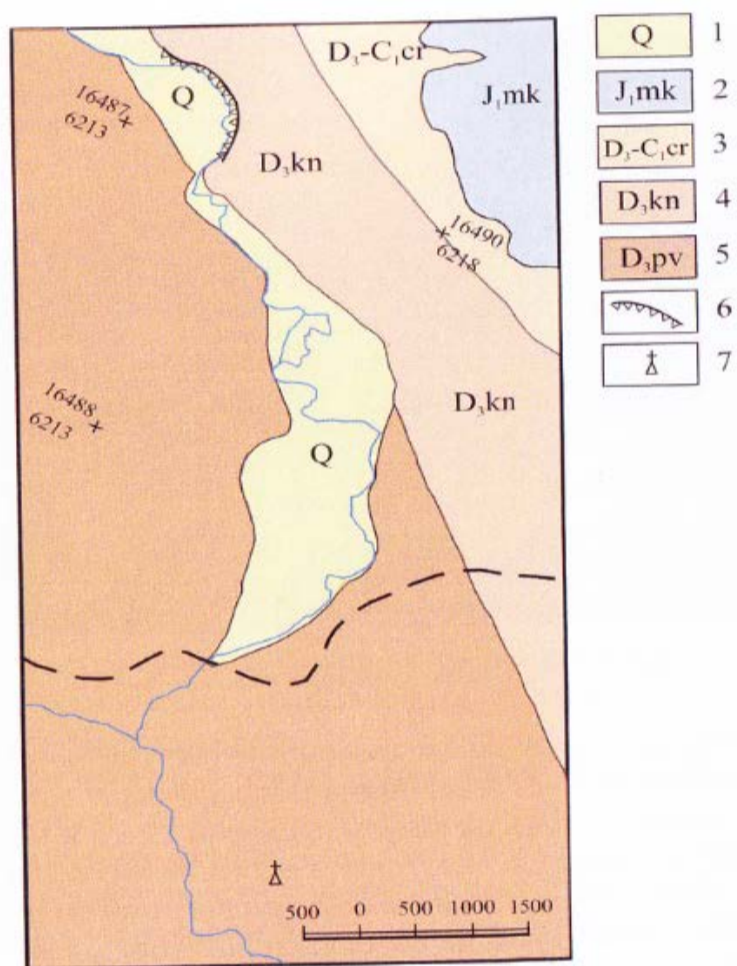


Рисунок 9- Геологическая карта Качинской площади: 1-голоценовые отложения, 2-юрские отложения, макаровская свита; 3-верхнедевонские-нижнекаменноугольные отложения чаргинской свиты C_{1cr} ; 4-верхнедевонские отложения кунгурской свиты D_3kn ; 5-среднедевонские отложения павловской свиты; 6-эрозионные уступы; 7-часовня Покровской горы [76].

Для свиты характерны пестроцветность окраски, с преобладанием красноцветной, наличие карбонатных стяжений и известняковых конгломератов.

Коренные породы кунгусской свиты перекрыты породами четвертичного возраста и почвенным слоем. В борту нижнего карьера вскрываются погребенные овраги.

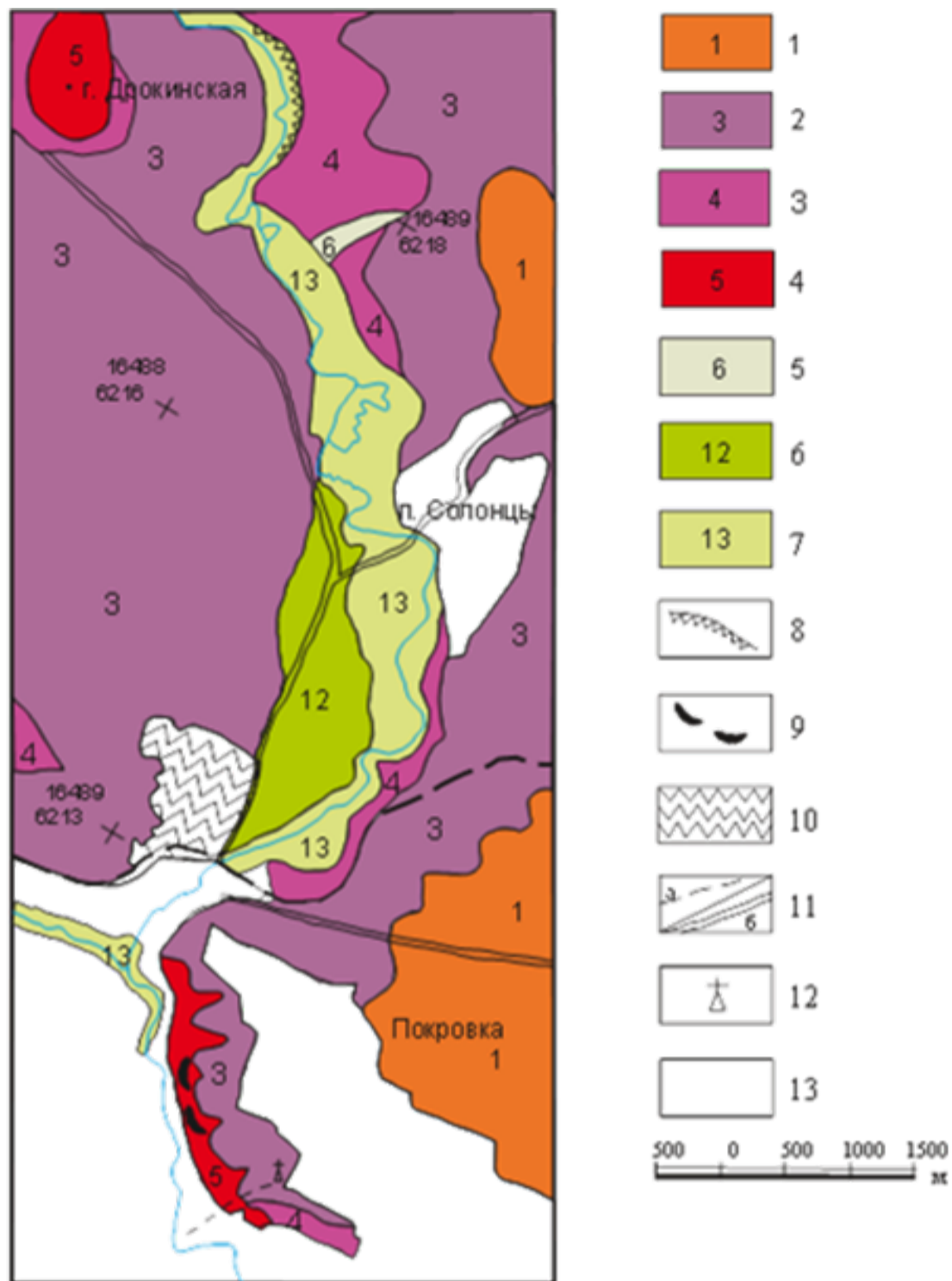


Рисунок 10-Геоморфологическая карта Качинской площади (Сазонов и др.,2005): 1-денудационный рельеф холмистой равнины (неоген-палеоген); 2-эрозионно-денудационный пологосклонный рельеф N_2-Q ; 3-тоже умеренной крутизны; 4-эрозионно-гравитационный крутосклонный рельеф Q ; 5-эрозионно-аккумулятивный рельеф-логов Q ; 6-поверхность I аккумулятивной террасы; 7-пойма; 8-эрозионный уступ; 9-оползни в отложениях D_2 ; 10-глиняные карьеры кирпичного завода; 11-дороги (а-железная; б-шоссейная); 12-часовня; 13-застройка города и поселка Солонцы [76].

Долина реки Кача в поперечном профиле сильно меандрирует, что свидетельствует о третьей – зрелой фазе эрозии (рис. 10). Наибольшее распространение имеет пойменная терраса. Иногда по бортам можно встретить остатки пойменных террас. Все остатки преимущественно аккумулятивные. Высота наиболее выраженной террасы 6-7 м. Кроме этого в долине реки наблюдаются остатки дамб, свидетельствующие о борьбе людей в прошлом с паводками.

Ближайшая коса реки Кача и обследование ее петрографического состава свидетельствуют о многообразии пород, слагающих территорию водосбора реки. В первую очередь встречаются многочисленные окатанные обломки девонских красноцветов - алевролитов, песчаников, гравелитов, известняков. Нередкими являются гальки и мелкие валуны пород черного цвета - роговики халцедоновые породы, отвечающие лидитами, метабазалты [8].

Наличие и мощность аккумулятивной толщи в устье реки Кача, устанавливались по положению поверхности погребенной глинистой почвы в среднем течении реки пос. Емельяново.



Рисунок 11- Река Кача (центральная часть г. Красноярска)

Основными признаками аккумулятивной толщи служат:

- 1) большая гумусированность и оструктуренность почвенных толщ, чем вышележащих слоев;
 - 2) четкая верхняя граница подзолистого и иллювиального горизонтов при ее аномально глубоком положении
- [5].

Аккумулятивная толща имеет следующие характерные черты:

- 1) отсутствие вертикальной дифференциации почв;
- 2) включение агрегатов из нижележащих слоев;
- 3) относительно более темная окраска по всему профилю;
- 4) наличие слоистости, прежде всего прослоев песка или отдельных песчаных зерен (рис. 12).



Рисунок 12-Река Кача, пос. Емельяново. (левый береговой склон)



Рисунок 13-река Кача. г. Красноярск (район ул. Конституции СССР)

Река Бугач - является правобережным притоком реки Качи и принадлежит бассейну реки Енисей (рис. 14). Река берет начало на высоте около 350 м с восточных склонов водораздела между реками Кача и Караульная и течет

преимущественно в восточном направлении. Длина водотока 24 км. Наиболее значимыми его притоками являются реки Каракуша и Пяткова, впадающие в Бугач слева. В результате изыскательных мероприятий приречной территории реки Бугач.

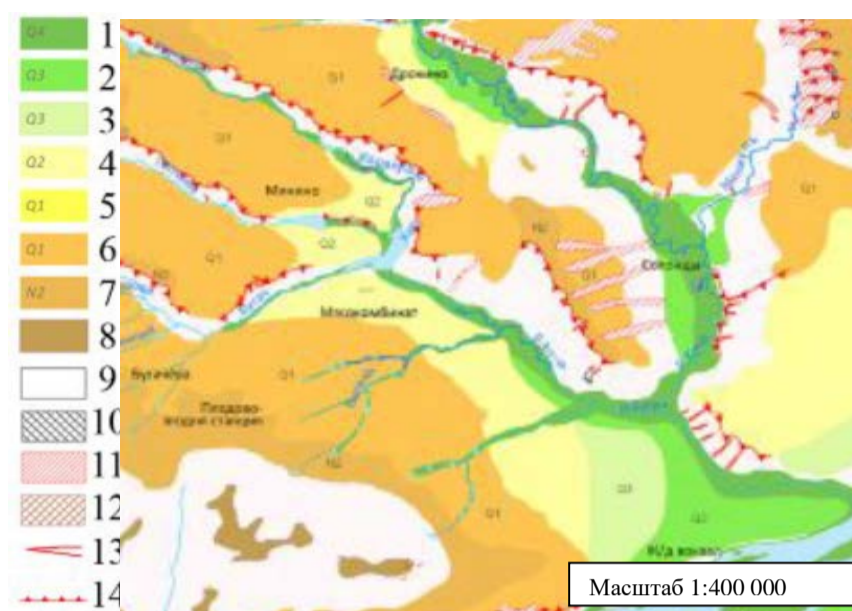


Рисунок 14- Геоморфологическая карта р. Бугач

Условные обозначения: 1-пойма р. Енисей и его притоков; 2-объединенные I и II террасы высотой 8-18 м, позднеплейстоценового возраста; 3- III терраса высотой 30 м, позднеплейстоценового возраста; 4-объединенные IV и V террасы высотой 45-55 м и 60-70 м соответственно, среднеплейстоценового возраста; 5-VI терраса высотой 100 м, раннеплейстоценового возраста; 6-VII терраса высотой 130-140 м, раннеплейстоценового возраста; 7-VIII терраса высотой 150-230 м, олигоцен-неогенового возраста; 8-фрагменты мелнеогеновой поверхности выравнивания; 9-склоны Енисея и его притоков; 10-карьеры со складированием коммунально-бытовых и золошлаковых отходов; 11- древние лога и балки; 12- древние оползни долины Енисея; 13-активно развивающиеся овраги и промоины; 14-эрозивно-обвально-оползневые склоны.

По практическому анализу реки было определено, что долина реки асимметричная, левый борт крутой, сильно рассечен логами, высотой 100-120 м, он спускается с водораздела между реками Бугач и Кача. Правый борт более пологий и менее рассечен, высотой до 120-140 м; он принадлежит водораздельной гряде между реками Бугач и Енисей. В нижнем течении реки Бугач склоны ее долины и верхняя часть поймы полностью застроены. Естественное состояние русла нарушено вертикальной планировкой при застройке прибрежной части реки Бугач.

Современная вертикальная планировка играет роль верхней поймы и затапливается с отметки 154,40 м раз в 7-10 лет. При этом сток по пойме перераспределяется в условиях застроенной территории. В некоторых районах города очистные сооружения полностью отсутствуют (рис.15). В сложившемся рельефе река Бугач служит приемником поверхностных вод. По пути движения реки находится водохранилище Бугач (Мясокомбинатовское озеро). Водохранилище было создано в 1958 году для сельскохозяйственных целей, также впоследствии озеро использовалось для рыболовства и позднее оно стало городским местом рекреации. Это мелководный водоем. Площадь водосбора 116 кв. км, площадь поверхности 0,32 кв. км, наибольшая глубина – 7,5 м.



Рисунок 15- река Бугач (среднее течение), г. Красноярск, ул. Маерчака.

Река Черемушка - является правым притоком реки Енисей. Водосбор реки Черёмушка вытянут с северо-запада

на юго-восток на 16,8 км (рис. 16). Длина притоков небольшая, от 2 до 3 км (наибольшая длина 7,5 км). Площадь водосбора 106 км². Температура воды 9°С. Ширина реки 3,6 метров. Глубина реки 20 см. Верхняя часть реки берет начало в водоеме неподалеку от пос. Старцево, где верхнее течение по большей части является заболоченным, а также завалены бетонными плитами, за счет чего течение практически отсутствует (рисунки 18,19).

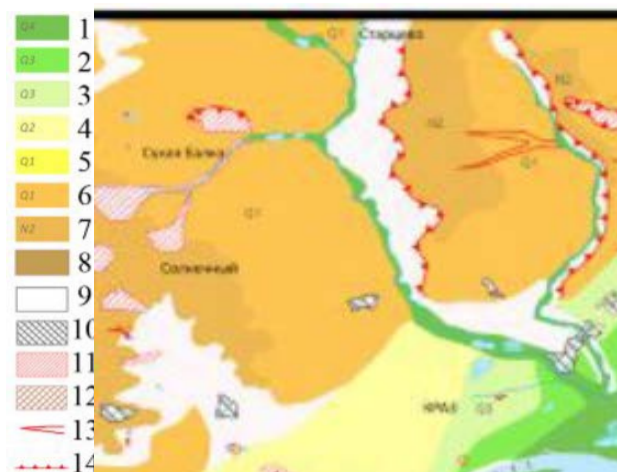


Рисунок 16-Геоморфологическая карта р. Черемушка

Условные обозначения: 1-пойма р. Енисей и его притоков; 2-объединенные I и II террасы высотой 8-18 м, позднеплейстоценового возраста; 3- III терраса высотой 30 м, позднеплейстоценового возраста; 4-объединенные IV и V террасы высотой 45-55 м и 60-70 м соответственно, среднеплейстоценового возраста; 5-VI терраса высотой 100 м, раннеплейстоценового возраста; 6-VII терраса высотой 130-140 м, раннеплейстоценового возраста; 7-VIII терраса высотой 150-230 м, олигоцен-неогенового возраста; 8-фрагменты мел-неогеновой поверхности выравнивания; 9-склоны Енисея и его притоков; 10-карьеры со складированием коммунально-бытовых и золошлаковых отходов; 11- древние лога и балки; 12- древние оползни долины Енисея; 13-активно развивающиеся овраги и промоины; 14-эрозивно-обвальнo-оползневые склоны.

Долина реки в нижнем течении заболочена, переходит в пойму Енисея. По характеру водного режима относится к рекам с весенним половодьем и паводками в теплый период года. Максимум стока наблюдается в апреле. В годы с затяжными веснами – в начале мая. Основным источником питания являются зимние осадки, которые формируют 75% годового стока. Участие дождевых вод составляет в среднем 20% от годового стока, грунтовых – 5%. Притоки с площадью водосбора менее 5 км² постоянно пересыхают или перемерзают. Расчётная величина среднего многолетнего годового стока составляет 0,196 м³/с.



Рисунок 17- река Черемушка. Верхнее течение (пос. Старцево)

Долина реки в нижнем течении заболочена (рис. 17, 18), переходит в пойму Енисея. По характеру водного режима относится к рекам с весенним половодьем и паводками в теплый период года. Максимум стока наблюдается в апреле. В годы с затяжными веснами – в начале мая. Основным источником питания являются зимние осадки, которые формируют 75% годового стока. Участие дождевых вод составляет в среднем 20% от годового стока, грунтовых – 5%. Притоки с площадью водосбора менее 5 км² постоянно пересыхают или перемерзают. Расчётная величина среднего многолетнего годового стока составляет 0,196 м³/с.



Рисунок 18- река Черемушка, верхнее течение (пос. Старцево)

Преобразование водосбора в результате сплошной вырубki лесов и распашки территории, неорганизованные свалки бытового и промышленного мусора, частичная канализация русла реки, сельскохозяйственные, индустриальные и хозяйственно бытовые прямые сбросы, неорганизованные стоки привели к изменению геохимических циклов элементов в системе водосбор – водоем, появлению токсичных компонентов в водной среде, что, в конечном счете, привело к деградации водной экосистемы [9].

В среднем течении температура воды составляет 14°C. Глубина 70 см, ширина 3,7 метров. Высота правого берега 1 метр, угол правого берега 98°. Высота левого берега 70 см, угол наклона 92°.

3.2. Структурно-геоморфологическая типология бассейнов малых рек среднего течения р. Енисей

Бассейны малых рек неравномерно распределены по поверхности района исследования. Их естественными границами являются водораздельные поверхности различного генезиса, которые могут быть типизированы следующим образом: 1 порядок – континентальный водораздел пересекающий район исследования с запада на восток, 2 порядок – водоразделы разделяющие водосборы малых рек, 3 порядок – разделяющие бассейны малых рек.

Из выше сказанного, можно сделать общие выводы по морфометрическим показателям бассейнов малых рек: площадь, длина и ширина бассейна, средняя высота бассейна, число и плотность эрозионных форм в бассейне, длина реки, густота речной сети, высота истока и устья в долине среднего течения р. Енисей(рис.2).

Анализ схем строения эрозионно-флювиальных систем и статистических данных позволил разработать морфологические классификации бассейнов малых рек, которые отражены на картосхемах: «Типичные формы бассейнов малых рек города Красноярск и его окрестностей», «Типичные формы бассейнов малых рек города Красноярск и его окрестностей».

Характер асимметрии определялся так: линия, отражающая длину бассейна, проводилась от верхнего течения к нижнему течению, вторая линия по отношению к первой под 90°, пересекая ее в самом широком месте речного бассейна. Тем самым получались 4 неравнозначных по площади участка бассейна. Преобладание участков по одной из сторон относительно длины бассейна говорит о левосторонней или правосторонней асимметрии речного бассейна. Характер расширения бассейна позволил выявить 4 его типа: реки с развитием бассейна в верхней части, реки с развитием бассейна в средней части, реки с развитием бассейна в нижней части, и реки с вытянутым или равномерно развитым бассейном.

Определены границы территории и выявлены эрозионные элементы, были присвоены порядковые номера, которые были объединены в группы по бассейнам и положению на склоне.

Геолого-геоморфологическая характеристика малых речных бассейнов территории города Красноярск и его окрестностей.

Красноярская агломерация располагается на территории стыке двух геоморфологических стран – Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горно-складчатой области.

Гидрографическую сеть района представляет величайшая российская река Енисей, нижняя часть долины которой представляет собой ступенчатую эрозионно-аккумулятивную равнину сложного строения. Крутые сильно изрезанные склоны верхней части долины сменяются более пологими, с плавными очертаниями. В поперечном профиле долины Енисея выделяются до 9 террас.

Рельеф территории расчлененный. На юге расположены покрытые тайгой предгорья Восточного Саяна.

Абсолютные отметки междуречий достигают здесь 750-800 м. Значительную часть площади (47,2 тыс. га) здесь занимает Государственный заповедник «Столбы», известный высокими скальными останцами. Долины рек в этой части глубоко врезаемые, с крутыми склонами. Относительные превышения составляют 250-350 м. Более сниженные предгорья с абсолютными отметками междуречий 500—590 м расположены на северо-западе территории.

К западу, востоку и юго-востоку от г. Красноярска выделяется предгорная полоса, сложенная среднедевонскими эффузивно-осадочными образованиями. Эта крайняя часть Рыбинской впадины, переходящей в направлении на восток в Чулымо-Енисейскую. Городская агломерация расположена на всхолмленной равнине с высотными отметками менее 400 м и относительными превышениями до 200 м.

На рассматриваемой территории формации этого структурного яруса в основном развиты в виде тектонических клиньев в пределах Лалетинско-Устьбазахской зоны разломов. Образования формации альпинотипных гипербазитов, кроме того, встречаются вдоль других субвертикальных разломов северо-восточного простирания, формируя линзовидные протрузии. Взаимоотношения пород, слагающих данный структурный ярус, с формациями венд-среднекембрийского структурного яруса в окрестностях г. Красноярска исключительно тектонические. Залегание вендских отложений на породах кувайской серии верхнего рифея с размывом и угловым несогласием, на чём и основано отнесение этих образований к разным структурным ярусам, устанавливается далеко за пределами рассматриваемой нами территории. Границы водосборных бассейнов в пределах террасы выделяются достаточно выражено.

Крутые сильно изрезанные склоны верхней части долины сменяются более пологими, с плавными очертаниями. Таким образом, положение территории обусловило первоначальный рост города с запада на восток и с севера на юг.

На территории Красноярска и его окрестностей долина малых рек отличается асимметрией склонов: к Енисею, на правобережье - обрываются крутым склоном, а на восток, к западу, склон более пологий.

Водораздел между Енисеем и малыми реками имеет вид пологого склона сложенного пенеппеном.. Между левыми и правобережными террасами наблюдается некоторая разновысотность. В правобережных террасах высота больше на несколько метров.

Склон в пределах территории агломерации в нынешнем виде сформирован в основном в среднечетвертичное время под преобладающим воздействием морской абразии и эрозии реки Волги. На верхнечетвертичном этапе, в течение нижнехвалынской трансгрессии Каспия, заметную работу в формировании его облика выполнила морская абразия. Склон в то время являлся берегом моря, глубина которого в границах агломерации достигала 21-36 м. Одновременно на него воздействовали различные денудационные процессы, в том числе плоскостная эрозия, солифлюкция, оползни, обрушение, а также аккумулятивные – эоловые и аллювиальные – процессы.

Факторами, способствующими формированию эрозионных форм, тесная связь с «разрывной» тектоникой. Речные долины занимают многие зоны тектонических нарушений, причем средние и малые реки занимают тектонические депрессии низших порядков. Важное значение имеют также интенсивность и знак блочных неотектонических движений и другие тектонические характеристики. В то же время при анализе развития речных систем нельзя недооценивать влияние экзогенного — климатического — фактора, определяющего водоносность потоков на каждом историческом этапе, воздействующего на интенсивность эрозионных и других процессов [25]. Территория района расчленена гидрографической сетью на ряд различно ориентированных водоразделов, отличающихся между собой разным характером рельефа.

Мощность аллювия в районе агломерации достигает до 600 м [21]. И как видно на геолого-геоморфологическом профиле Волгоградской агломерации он представлен породами девона, карбона, голоцена, палеогена, неогена и четвертичной системы.

Для оценки динамически эрозионной активности малых рек Красноярской агломерации измерялась мутность воды. Для этого был выбран ряд полигонов: среднее течение рек Кача, Бугач и Черемушака. Необходимо отметить, что данные малые речные системы различаются по объему стока, площади водосбора, морфологии речной системы и

бассейна, но в то же время показатели мутности для них очень схожи. Состав воды исследуют по физическим показателям (цветность, мутность), а также по микробиологическим, химическим, паразитологическим и радиологическим. Содержание железа в распределительной сети водопровода составляет 0,01–0,02 мг на литр при норме 0,3 мг на литр; марганца — 0,002–0,003 мг на литр при норме 0,1; меди — 0,02–0,05 мг на литр при нормативе 1,0 мг на литр. Минеральные и органические вещества в воде данных рек присутствуют в допустимых пропорциях.

Таким образом, территория города Красноярска и его окрестностей располагается в зоне подверженной сильной эрозионной расчлененности. Этому благоприятствует слабая устойчивость пород к размыву, а также среднегодовое количество осадков в размере 400 мм, 56% из которых составляет дождь [32,118].

Активизация эрозионных процессов происходит в основном в период оттепелей или паводков, в сухой период эрозия затухает и на первый план выходят гравитационные и эоловые процессы. Для описываемых участков характерны – оползни, суффозия, крип и регрессивная эрозия.

Изучаемые бассейны рек развиты в средней своей части, причем бассейны имеют четкую связь между асимметрией и ориентировкой устья, это выражается в том, что все левые притоки Кача, Бугач и Черемушка имеют правостороннюю асимметрию бассейна. Сравнив районы по топографической карте районов исследования становится понятно, что асимметрия бассейнов напрямую связана с общим закономерным увеличением средних высот поверхности с юго-запада на северо-восток (Приложение 2).

По приведенным выше данным, отношениям между притоками малых рек бассейны подразделяются на 4 группы.

1.бассейны с равномерным распределением бифуркационного отношения (с нарастанием от 5 порядка к первому) – Еловка, Бол. Арей, Калат.

2.бассейны с аномально высоким бифуркационным отношением для притоков 3 и 4 порядка – река Мал. Кемчуг.

3.с относительно высокими значениями бифуркационного отношения для притоков 3 и 4 порядка – Кача, Базаиха, Бугач.

4.бассейны смешанного типа – реки правого берега р. Енисей (Березовка, Есауловка).

В первой группе преобладают небольшие по площади бассейны, в основном относящиеся к окрестностям Красноярска. Положение рек Еловка, Бол. Арей, Калат в первой группе объясняется их значительными уклонами, которые увеличивают скорость прохождения водного потока через русло, что не способствует активному разветвлению притоков. Для второй группы характерны малые реки, протекающие в районе Ольховской депрессии – р. Малый Кемчуг. Третья группа объединяет малые реки, относящиеся территориально к разным тектоническим условиям. Большая их часть заложилась в пределах тектонических дислокаций –Кача, Базаиха, Бугач. Четвертая группа объединяется малые реки очень разнородные как по условиям заложения, так и по морфологии – реки правого берега р. Енисей (Березовка, Есауловка). Учитывая, что самыми «молодыми» являются притоки 1 порядка, можно говорить о том, что возраст эрозионных форм растет пропорционально их порядку в системе [59].

Схема «Типичные формы бассейнов малых рек г. Красноярска и его окрестностей» по бифуркационному отношению" по ней видно, что соседние бассейны с одинаковым характером разветвления притоков образуют своеобразные «пары» бассейнов.

По распределению правых и левых притоков можно выделить 3 группы малых речных бассейнов (рис. 2):

Первая группа с относительно симметричным распределением числа эрозионных форм (разница 10%), всего 3 бассейна.

Вторая группа - несимметричные с отклонением 30-40% - 5 бассейнов.

Третья группа - крайне асимметричные с отклонением до 70% - 4 бассейна. Большая часть симметричных бассейнов приурочена к тектоническим депрессиям, несимметричные бассейны имеются в пределах правого берега р. Енисей всех тектонических районов, так же, как и крайне асимметричные речные бассейны находятся в районах с неоднородными тектоническими условиями (правый берег).

Во все три группы, не смотря на свою их морфологическую разнородность, входит практически одинаковое число бассейнов. В пределах, выделенных 3 группы речных бассейнов, симметричность и асимметричность проявилась очень ярко. Все реки правого берега р. Енисей поднятий крайне асимметричны.

Реки бассейнов, рельеф которых осложнен сбросами либо симметричны, либо крайне асимметричны. Вероятно, реки, входящие в эту группу, следуют вдоль линий сбросов, а в узлах пересечений этих линий структуры речных бассейнов усложняются.

В итоге, для каждой группы можно сделать следующие выводы:

- ✓ Реки среднего течения Енисея по речной сети и плотности эрозионных форм, а также сильной правосторонней асимметрии зависит от разности рельефа, его антропогенном использовании при расширении г. Красноярск и его окрестностей.
- ✓ Морфология бассейнов рек тесно связана с тектоническим строением территории речных бассейнов среднего течения р. Енисей, обладают ярко выраженным морфологическим единством, что подтверждается геоморфологическим анализом на уровне элементарного малого речного бассейна.
- ✓ Реки среднего течения Енисея по речной сети и плотности эрозионных форм, а также сильной правосторонней асимметрии. Морфология бассейнов рек тесно связана с тектоническим строением территории.

3.3. Техногенное и хозяйственное освоение долин малых рек и экологические последствия

На долю малых рек среднего течения реки Енисей приходится значительная часть общего объема речного стока. Сегодня для малых рек горда Красноярск и его окрестностей характерны те же экологические проблемы, что и для всех малых рек России. Их можно свести к двум основным: сохранение водности и чистоты рек и их бассейнов. Проблема количественного истощения водных ресурсов малых рек связана как с прямым (рост водопотребления), так и с косвенным воздействием на них человека. Причем последнее часто недооценивается. Вырубка лесов на водосборе и в долине реки, распашка долинных лугов, осушение болот, разработка карьеров, урбанизация - все это крайне неблагоприятно влияет не только на гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режим реки, но и на ее водность. Именно косвенное воздействие человека является определяющим в возникновении проблемы количественного истощения водных ресурсов малых рек. Поэтому изучению этого вопроса следует уделить первоочередное внимание.

Изучение и решение проблемы сохранения водных ресурсов малых рек от качественного истощения усложняются тем, что наряду с организованными массовыми, сравнительно легко контролируемые промышленными и коммунальными стоками существует еще один вид загрязнений - неорганизованные сточные воды. Сюда входят дождевые, талые, поливочные воды с территории городских населенных пунктов. В сельской местности реки загрязняются сточными водами животноводческих ферм и сельскохозяйственных полей, содержащими удобрения и ядохимикаты. Для борьбы с этими видами загрязнений до сих пор не разработаны эффективные меры. Прежде чем подготовить какие-то конкретные природоохранные мероприятия по защите малой реки, требуется оценить ее экологическое состояние, выявить причинно-следственные связи приведения водоема в состояние частичной или полной деградации. Ответ на этот вопрос помогут дать детальные комплексные исследования всего речного бассейна. В связи со слабой изученностью малых рек Красноярского края (отсутствием гидроэкологических характеристик для их абсолютного большинства) единственным, на наш взгляд, наиболее плодотворным направлением исследований должно быть комплексное эколого-географическое. Важнейшим достоинством этого направления при проведении исследований малых рек является возможность получения достаточно надежных характеристик качественной оценки, необходимых для обоснования имеющихся немногочисленных количественных данных гидрологических и гидрохимических режимов малых рек и их водности, данных по водным ресурсам. Данные комплексных исследований позволяют разобраться в сложном механизме взаимосвязей внутри ландшафтно-гидрологических

систем, а также взаимосвязей с прилегающими природно-территориальными комплексами. Они помогают также разобраться в механизме деградаций малой реки под влиянием возрастающего антропогенного воздействия.

Основные задачи эколого-географических исследований малых рек можно сформулировать следующим образом.

- ✓ Изучение ландшафтных и ландшафтно-гидрологических систем в бассейнах малых рек и оценка природных факторов формирования водных ресурсов бассейна (формирование стока и его режима). Такими факторами являются литология, орография, климат и почвенно-растительный покров. Необходимы также изучение и оценка их роли как природных ограничителей формирования водных ресурсов.
- ✓ Изучение и оценка природных механизмов, ограничивающих возможности самоочищения атмосферы и гидросферы. Например, ухудшение вентиляции бассейна в условиях преобладания котловинного рельефа, расположение территории в зоне резкоконтинентального климата, для которого характерно большое количество безветренных дней в году, а в холодный период еще и проявление термических инверсий способствуют попаданию загрязнений из атмосферы в речную воду, почву, а зимой - в снеговой покров. Дождевые и талые воды с поверхности почв выносят загрязнения в русла рек, где они и накапливаются.
- ✓ Выявление в бассейне природных индикаторов, реагирующих на чистоту атмосферы и водной среды, а также на изменение водности бассейна. К ним относятся некоторые виды наземных и водных растений, лишайники. Последние растут только там, где воздух чистый. Диамантовые водоросли становятся многочисленными в тех местах, где в реку попадают воды, богатые азотом, фосфором, углеродом. Появление на лугу кочек с белоусом и осоками свидетельствует о развитии процесса заболачивания территории [1].
- ✓ Выявление в бассейне и изучение биофильтров (природных механизмов самоочищения атмосферы и водной среды). К ним относятся зеленые растения и некоторые виды микроорганизмов. Например, корни ольхи и ивы поглощают из речной воды нитраты; тростник и камыши очищают воду от фенолов и солей тяжелых металлов. Но одним из наиболее активных поглотителей вредных веществ являются бактерии, плесневые и дрожжевые грибы [1].
- ✓ Изучение гидрологических и гидрохимических характеристик малой реки. Организация стационарных (ключевых) и маршрутных инструментальных наблюдений.
- ✓ Изучение взаимосвязей водного компонента с другими компонентами бассейна и их взаимовлияние. Выделение зоны формирования питания бассейна (формирование основного стока) и зоны расхода водных ресурсов (зоны транзитного стока).
- ✓ Изучение характера и степени антропогенного воздействия на малую реку. Анализ и оценка результатов этого воздействия. В эту часть работы входит также химический анализ речной воды и снегового покрова бассейна. Снег - индикатор загрязнения воздушного бассейна, и поэтому его исследования помогут определить степень и характер загрязнения талых вод, часть которых попадает в русло реки. Изучение плотности снега и запасов воды в нем необходимо для прогноза водности реки в весенне-летний период.
- ✓ Изучение экологического состояния бассейна малой реки. Выявление зависимости экологического состояния от степени и характера антропогенного воздействия на нее. Изучение динамики аквального комплекса в сторону изменения и разрушения. Анализ и оценка степени и характера изменений облика бассейна и составляющих его компонентов. Анализ и оценка характера и интенсивного проявления негативных процессов, вызванных антропогенным воздействием на территорию речного бассейна (склоновая и береговая эрозия, русловые процессы, заиление русла, заболачивание долины и русла реки, зарастание водорослями водоема, остепнение коренных берегов, уплотнение почв, обеднение и изменение видового состава растительного покрова и др.). Выявление в бассейне устойчивых (обладающих высоким саморегулированием) и легкоранимых ландшафтов, их изучение, оценка и районирование.
- ✓ Медико-географическое обследование малой реки (заболеваемость населения, вызванная загрязнением

территории).

- ✓ Оценка рекреационного потенциала малых рек.
- ✓ Разработка рекомендаций по охране и использованию малой реки. При их разработке необходим дифференцированный подход с учетом устойчивости того или иного ландшафта на территории бассейна или его отдельного компонента к загрязнению и к изменению водообеспеченности и режима водности. Рекомендация выявленных в бассейне растений и растительных сообществ-биофильтров для борьбы с естественными загрязнителями речной воды, почв, атмосферного воздуха. В отдельных случаях следует ставить вопрос о разведении этих природных санитаров на территории бассейна. Разработка лесомелиоративных мероприятий по охране малой реки. Это лесопосадки и создание из них водоохраных зон в пойме и в зоне основного питания реки. Эти мероприятия следует проводить с учетом гидроклиматических условий бассейна. При подборе растений следует учитывать их устойчивость к атмосферному и почвенному загрязнению, к изменению водности, гидрологического и гидрохимического режима. Важно учитывать почвозащитные свойства растений. Например, лучшим защитником почв от водной и ветровой эрозии является облепиха. Ей не страшен пырей, который может погубить другие кустарники и деревья, а ее корневая система, как прочная сеть, надежно сцепляет частицы почвы и не дает ей разрушаться водой и ветром.
- ✓ Оценка эколого-экономического ущерба от деградации ландшафтно-гидрологической системы в целом и ее отдельных компонентов (заболеваемость населения, экономический ущерб вследствие истощения ресурсов и т. д.).
- ✓ Эколого-экономическое районирование большого региона как обобщенного этапа исследования малых рек. По каждому бассейну разрабатываются природохозяйственные планы и карты освоения этих территорий. В планах предусмотрены пути сохранения малых рек, включающие охранные меры, рекультивацию, технологические мероприятия (для производства), выделение охранных зон. Составляется экологический паспорт на каждую малую реку, а также перечень предложений по целесообразному размещению производства. В целом должно быть обеспечено оптимальное функционирование геосистем бассейнов малых рек с различных позиций (вода требуемого количества и качества, использование в хозяйственных целях, рекреационные цели).

По отношению к малым рекам в связи с их уязвимостью, видимо, следует применять принцип абсолютной охраны, т. е. полностью или хотя бы в значительной мере оградить эти реки от хозяйственного использования, чтобы не допустить ощутимого снижения водности, загрязнения основной водной артерии территории. Для нашего края такой артерией является р. Енисей. Следует организовать охрану всего бассейна малой реки, а не каких-то его отдельных частей. Организация только одних, так называемых «защитных зон» вдоль берегов реки не спасет реку от деградации.

Согласно данным Сибирского гидрометеоцентра список водопользователей, осуществлявших сброс сточных вод в р. Черёмушка в 2010 году включает одно предприятие – Общество с ограниченной ответственностью «КраМЗЭнерго».

В районе карты шламовых полей ОАО «РУСАЛ Красноярск» река канализирована. На Красноярской ТЭЦ-3 произведен отвод русла реки Черёмушка по искусственному спрямленному каналу в обход золоотвала. Поступление техногенного фильтрата из золоотвала в реку не наблюдается. Сведений о взаимосвязи поверхностных вод реки и подземных вод гидротехнических сооружений ОАО «РУСАЛ Красноярск» и Красноярской ТЭЦ-3 ОАО «Красноярская генерация» не имеется, но в районе среднего течения реки вода не прозрачна, а также присутствует не приятный едкий запах (рисунок 19, 20).

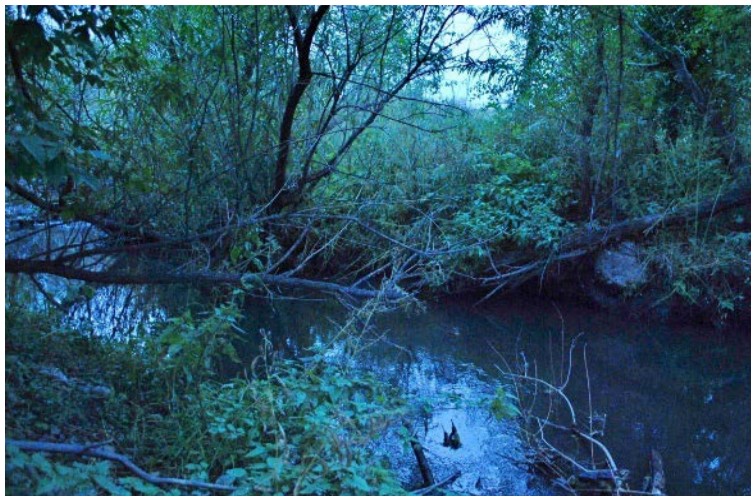


Рисунок 19- река Черемушка, среднее течение(г.Красноярск,район КРАЗа)

По результатам обследования выявлен поверхностный сток в русло реки отходов подсобного свиноводческого хозяйства ИК ГУИН 288/27 и складирование отходов лесопиления. Фекальные отходы жизнедеятельности животных с территории свиноводческого комплекса «Шуваевский» в виде залповых сбросов поступают в реку по искусственно прорытой канаве. С этого момента вода приобретает сильный и резкий навозный запах.



Рисунок 20- река Черемушка, верхнее течение (пос. Старцево),

На всем протяжении вода в реке Черёмушка по классификации О.А. Алёкина относится к гидрокарбонатному классу и отличается на выделенных участках по принадлежности к группам и типам. В верхнем течении вода относится к кальциевой группе второго типа, в среднем – магниевой и нижнем течении натриевой группе вод первого типа [39].

Специфической особенностью состава воды в реке является доминирующее содержание органических веществ (по показателю БПК₅), а также биогенных веществ (соединения азота и фосфаты). В результате биохимического распада и трансформации органических веществ наблюдается экстремально высокое содержание фенолов. Относительное содержание биогенных элементов фенолов и нефтепродуктов (по кратности превышения ПДК_{рх}) в воде р. Черёмушка показано в таблице (таблица 5).

Таблица 4

Кратность превышения ПДК

Вещество	Станции отбора проб					
	ПДК _{рх}	1	2	3	4	5
Фосфаты	0,2 мг/дм ³	0,43	34,75	39,37	31,66	16,64
Азот аммонийный	0,4 мг/дм ³	3,56	96,57	120,06	91,39	79,03
Азот нитридный	0,02 мг/дм ³	0,81	24,96	9,33	2,62	6,39
Азот нитратный	9,1 мг/дм ³	0,03	0,08	0,15	0,17	0,02
Фенолы	0,001 мг/дм ³	7,8	102,5	98,2	48,2	54,9
Нефтепродукты	0,05 мг/дм ³	1,5	2,5	1,9	1,3	2,3

Зоны экстремально высокого (ЭВЗ) и высокого загрязнения (ВЗ) воды содержат большое количество легко

разлагающихся органических веществ и почти полностью лишены кислорода [28].

На расстоянии 300 метров от истока реки начинается зона экстремально высокого (>50ПДК_{рх}) загрязнения воды легкоокисляемыми органическими веществами, аммонийным азотом, фенолами. В отдельных пробах воды кратность превышения ПДК_{рх} по аммонийному азоту на станциях 1,2 составляла 325 – 362, по фенолу 290 – 270 ПДК_{рх}. В зоне ЭВЗ наблюдается дефицит кислорода, его максимальные концентрации – 3,56 мгО₂/дм³ наблюдаются на третьем участке ниже места сброса вод из пруда отстойника КрАЗа.

В пределах этой зоны на участках I, II, III прослеживается зона высокого (>20ПДК_{рх}) загрязнения воды фосфатами, максимальные концентрации которых на станциях 1,2 превышают экстремально высокие значения и составляют 60 – 80 ПДК_{рх}.

Отдельные участки реки являются зонами высокого загрязнения металлами. Зона ВЗ соединения медью включает участки II, III, марганцем – участки I,II,III (таблица 9).

Таблица 5

Ниже представлены данные о распространении зон экстремально высокого и высокого загрязнения воды р. Черёмушка.

Вещество	Участки реки			
	I	II	III	IV
ЛОВ	ЭВЗ	ЭВЗ	ЭВЗ	ЭВЗ
Фосфаты	ЭВЗ	ЭВЗ	ЭВЗ	
Азот аммонийный	ЭВЗ	ЭВЗ	ЭВЗ	ЭВЗ
Азот нитритный	ВЗ	ВЗ		
Медь		ВЗ	ВЗ	
Марганец	ВЗ	ВЗ	ВЗ	

По показателям состава и свойств вода в реке Черёмушка не соответствует общим требованиям к составу и свойствам воды водных объектов рыбохозяйственного значения по всем их измеряемым параметрам.

Совместный анализ характера и состава загрязняющих веществ воды и донных отложений позволяет считать, что основным источником воздействия на экосистему реки являются животноводческие комплексы, осуществляющие сброс неочищенных вод в р. Черёмушка. Сточные воды животноводческих комплексов представляют собой сток, состоящий из жидкого навоза, производственных, хозяйственно-бытовых вод и силосного стока. Как правило, они содержат в повышенных концентрациях Cu, Mn, Zn, Fe и другие элементы. Употребление в качестве кормовых добавок фосфатов, которые составляют до 1,5% общего веса комбикормов, обусловлено их накопление в поверхностных водах [68, 88].

На этом фоне воздействие промышленных предприятий на состояние воды в реке едва различимо и проявляется, как это видно из представленных данных, в увеличении содержания фторидов, поступающих в реку с прудов отстойников КрАЗа.

В пространственной динамике распределения видового состава зообентоса по реке зарегистрировано резкое снижение видового разнообразия бентофауны.

В устье реки Черёмушка глубина составляет 1,2 метра. Температура воды 6°С. Скорость течения 6м/сек. Высота правого берега составляет 8,6 м, а высота левого 7,2 м. Почва представлена гумусом, лесной почвой и заболоченными территориями (рис. 21).

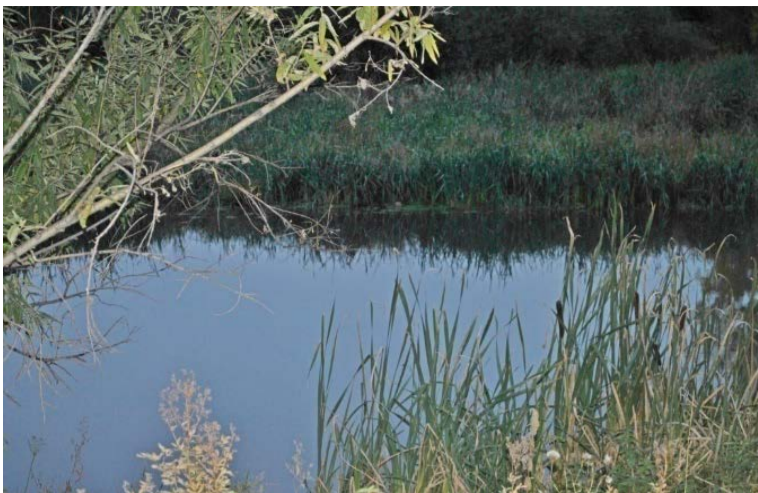


Рисунок 21- река Черемушка (нижнее течение) г. Красноярск,

С точки зрения функционального зонирования, территорию Красноярска можно условно представить в виде центральной части, которая составляют селитебные зоны. Эти зоны со всех сторон, кроме западной, оконтуриваются промышленной застройкой, а уже потом садово-дачной и сельскохозяйственной.

Главная экологическая особенность малых рек - уязвимость при чрезмерном изъятии воды и интенсивном освоении водосборных территорий (вырубка лесов, сельскохозяйственное освоение водосборов, осушение болот, регулирование русел, добыча строительных материалов, сооружение водохранилищ и прудов и т.п.).

95% рек Красноярского края - малые, длиной менее 25 км. На малые реки приходится около 50% объема речного стока в стране. Именно они создают ресурсы средних и крупных рек, определяют их водный и гидрохимический режимы, формируют качество воды. Малые реки определяют экологическую специфику больших рек, создают уникальные природные ландшафты и поддерживают в них устойчивое равновесие и перераспределение влаги.

Главная экологическая особенность малых рек - уязвимость при чрезмерном изъятии воды и интенсивном освоении водосборных территорий (вырубка лесов, сельскохозяйственное освоение водосборов, осушение болот, регулирование русел, добыча строительных материалов, сооружение водохранилищ и прудов и т.п.).

Реки Красноярского края принадлежат бассейну Северного Ледовитого океана. Красноярский край имеет хорошо развитую речную сеть. К числу наиболее значительных рек этой сети относятся реки: Енисей, Ангара, Чулым, Кан, Пясины и др.

В настоящее время для водообеспечения населения и хозяйственного комплекса Красноярского края используется 3590 рек длиной от 10 до 200 км. В их бассейнах проживает более 7 млн человек - около 44% городского и 90% сельского населения.

В последние десятилетия интенсивно растет водопользование на малых реках, увеличивается безвозвратное водопотребление. В Центральном и Южном федеральных округах из малых рек забирается до 50% воды.

Из-за бесконтрольного забора воды многие малые реки пересыхают, их потенциал самовосстановления оказался исчерпанным, и они деградируют, подвергаются заилению и вообще исчезают.

Негативные последствия на малых реках проявились быстрее и сильнее, чем на крупных. Основные источники загрязнения - промышленные и коммунальные сточные воды, а также поверхностные стоки. В городах реки превратились в сточные каналы. В населенных пунктах одним из основных факторов загрязнения являются поверхностные стоки с территорий.

Сильно возросло загрязнение малых рек из-за массового несоблюдения режима водоохраных зон: несанкционированные свалки отходов, строительство и т.п. В сельской местности из-за массового нарушения режима водоохраных зон и прибрежных защитных полос происходит смыв почв в результате эрозии на водосборе, с поверхностными стоками в речки попадают различные удобрения и ядохимикаты.

Происходит интенсивное загрязнение малых рек не только от точечных, но и от и рассредоточенных источников. Для городов с большой численностью населения поступление загрязняющих веществ к поверхностным стокам может составлять до 50% общего загрязнения поверхностных вод. И в ближайшие годы большая часть загрязнений будет поступать не от стационарных точечных источников, а в результате смывов с территорий крупных

городов и хозяйственно освоенных водоразделов. Даже в Красноярске - крупнейшем культурном и промышленном центре Красноярского края - отсутствуют очистные сооружения для ливневых стоков. Прогрессирует процесс обмеления малых рек в результате варварского, непродуманного нарушения природных стокообразующих комплексов (болото - река, пойма - река, лес - река, земля - река, водохозяйственные работы - очистка дна).

Практически не проводятся берегозащитные, противоэрозионные и лесовосстановительные мероприятия в водоохранных зонах, если же они осуществляются по инициативе субъектов федерации, то бессистемно. Главный удар реке наносится там, где вырубается сохраняющий воду лес и кустарник. Второй удар - распашка поймы. В реку сносится почва с нитратами и пестицидами, происходит заиливание родников, питающих русло подземными водами. Третья беда - осушение болота, маленького озера. Вместе с лесами земля копила, как губка, паводковые воды и отдавала постепенно в течение года. Сегодня многие болота осушены, леса сокращены, аккумуляционная способность бассейна уменьшилась. И теперь паводковые воды практически сразу уходят в крупные реки, вызывая по пути невиданные ранее наводнения. Хозяйственное использование малых рек сопровождается строительством множества гидротехнических сооружений. При принятии решений о строительстве инженерных сооружений предпочтение отдается экономическим интересам. Реки подвергаются искусственному спрямлению и отведению русел, наконец, их часто просто ликвидируют, забирая в трубы.

Такова общая ситуация с малыми реками не только в Красноярском крае, но и практически во всех регионах России. Это привело к тому, что сток малых рек в европейской части страны, где проживает около 80% российского населения, сократился более чем наполовину. Появились реки, в которых полностью исчезла высшая водная растительность.

В Красноярском крае все малые реки интенсивно используются на отдельных участках в растворы с содержанием отдельных для орошения сельскохозяйственных культур, в них поступают стоки элементов в десятки раз выше ПДК. В последние годы ведется массовая застройка в незащищенных и более уязвимыми остаются малые реки. Они водоохранных зон. На протяжении многих лет прослеживается составляющую подавляющую часть русловой сети магистральных рек, обильная тенденция ухудшения состояния малых рек (уменьшение преимущественно влияют на формирование их химического состава, проточное заиливание, эвтрофикация). Только в 3,3% створов, обладая малой инерцией в своем режиме, они быстрее реагируют на ваченных мониторингом, вода относится к категории «чистой», последствия хозяйственной деятельности человека. Большую «умеренно загрязненная» - в 20,8% створов, «загрязненная» - 33,3%, нагрузку они принимают на себя при добыче золота, от деятельности «грязная» - 27,5%, «очень грязная» - 10%, «чрезвычайно грязная»-сельскохозяйственных предприятий и т.д. Они загрязнены 5%.

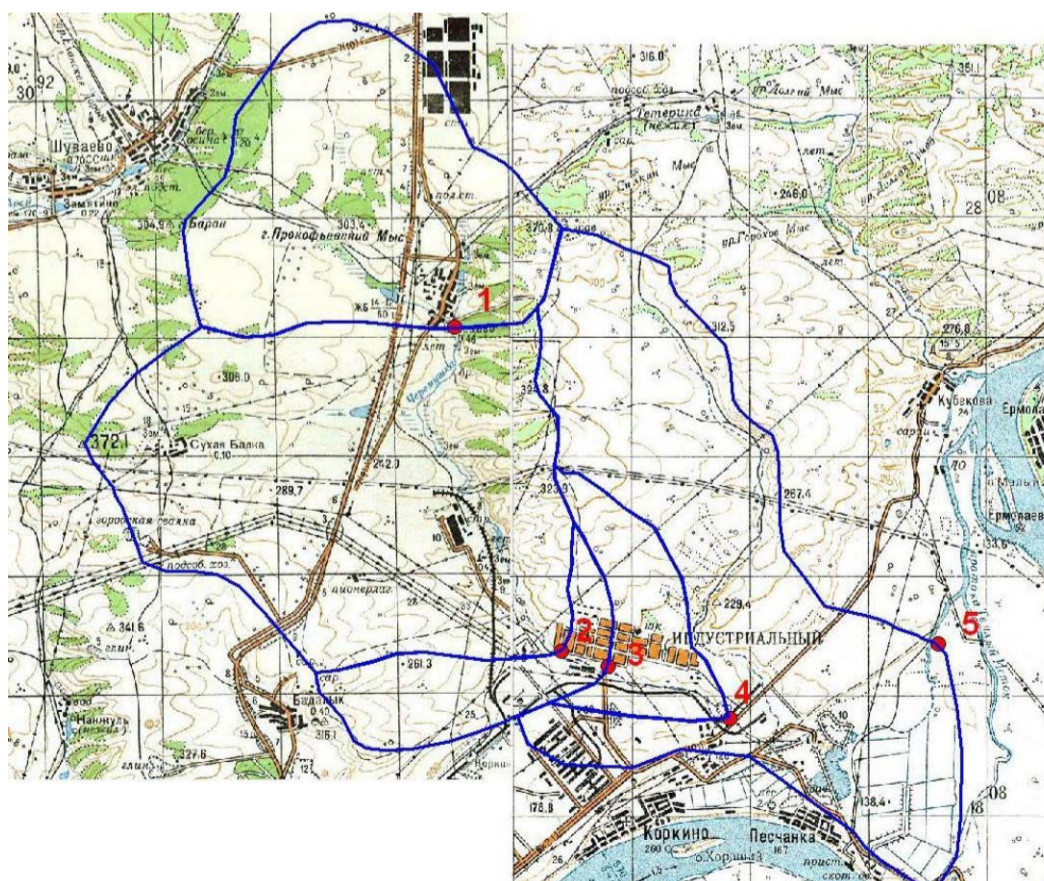


Рисунок 22- Схема расположения расчетных створов (отмечены цифрами красного цвета) и водосборных бассейнов (обведены темно-синими линиями)

Из-за бесконтрольного забора воды многие малые реки пересыхают, их потенциал самовосстановления оказался исчерпанным, и они деградируют, подвергаются заилению и вообще исчезают.

Негативные последствия на малых реках проявились быстрее и сильнее, чем на крупных. Основные источники загрязнения - промышленные и коммунальные сточные воды, а также поверхностные стоки. В городах реки превратились в сточные канавы. В населенных пунктах одним из основных факторов загрязнения являются поверхностные стоки с территорий.

Сильно возросло загрязнение малых рек из-за массового несоблюдения режима водоохранных зон: несанкционированные свалки отходов, строительство и т.п. В сельской местности из-за массового нарушения режима водоохранных зон и прибрежных защитных полос происходит смыв почв в результате эрозии на водосборе, с поверхностными стоками в речки попадают различные удобрения и ядохимикаты [42,50].

В Красноярске отсутствуют очистные сооружения для ливневых стоков. Прогрессирует процесс обмеления малых рек в результате варварского, непродуманного нарушения природных стокообразующих комплексов (болото - река, пойма - река, лес - река, земля - река, водохозяйственные работы - очистка дна).

Практически не проводятся берегозащитные, противозерозионные и лесовосстановительные мероприятия в водоохранных зонах. В реки сносится почва с нитратами и пестицидами, происходит заиление родников, питающих русло подземными водами. И теперь паводковые воды практически сразу уходят в Енисей.

К увеличению водности (иногда в разы) приводит сброс в долины условно чистых промышленных сточных вод, а также утечки воды из коммуникаций.

В результате хозяйственной деятельности человека сильно трансформирован и гидрологический режим

Естественная водообеспеченность и потребность в воде, следовательно, и степень антропогенного воздействия на водные ресурсы обнаруживают в пределах города Красноярска большие территориальные различия. Поскольку наибольший интерес для хозяйственной и рекреационной ветвей развития представляют именно малые реки.

Основными видами антропогенного воздействия на ПТК бассейнов рек являются:

- ✓ сельскохозяйственная деятельность (пашни, животноводческие комплексы, овощные хозяйства), вырубки, гари, дороги, пересекающие водотоки (автомобильные, асфальтированные),
- ✓ техногенное влияние городов и рекреация. Все они ведут к нарушению водного стока (гари, вырубки, пашни);
- ✓ загрязнению реки (бытовые стоки, промышленные стоки);
- ✓ биологическому загрязнению (животноводческие хозяйства и орошения) и т.д.

В г. Красноярске на долгие годы затянулось строительство очистных сооружений как левобережья, так и правобережья. В результате предприятиями города Красноярска в водоемы сбрасывается 91% загрязненных сточных вод от общего объема сброшенных вод города, в том числе 22% без очистки (рис. 22).



Рисунок 22- река Бугач, г. Красноярск, ул. Маерчака,

В регионе не до конца решается проблема глубокой очистки городских сточных вод, ливневых и поверхностных стоков от ионов тяжелых металлов, биогенных веществ, пестицидов. Существуют проблемы утилизации

промышленных и бытовых отходов (рис. 23, 24 и 25).



Рисунок 23-Река Кача (пос. им. 13 Борцов)

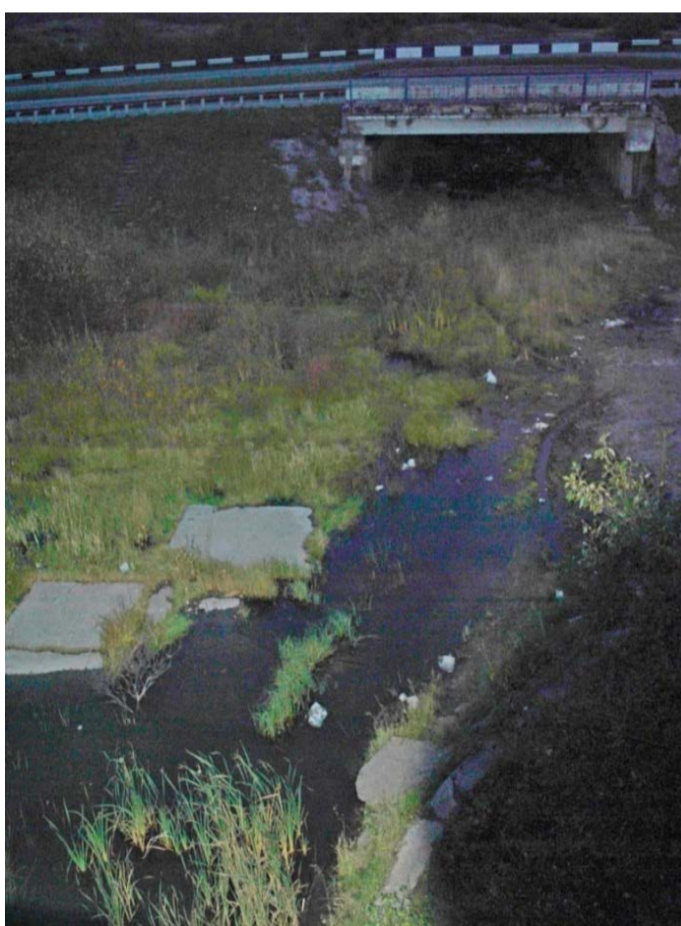


Рисунок 25-Река Черёмушка (нижнее течение), пос. Старцево

Не смотря на множество имеющихся современных методов очистки сточных вод, слабо внедряются на предприятиях.

Говоря о рациональном использовании водных ресурсов, необходимо отметить, что предприятиями слабо используется внедрение малоотходных и безотходных технологий, создание замкнутых систем водопользования, введение новых систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения, что позволяет сократить как водопотребление, так и водоотведение [52, 64].

С целью улучшения санитарно-технического состояния и поддержания благоприятного гидрологического режима малых рек одним из первоочередных мероприятий является установление водоохранных зон. На территории края эти работы ведутся с 1984 года.

Мероприятия, предусмотренные в проектах водоохранных зон и их выполнение.

Содержание мероприятий	Единицы измерений	По проекту	Факт
Установление водоохранных зон	км.	10140	2962
Заложение прибрежных защитных полос	га.	72,7	58,9
Облесение прибрежных защитных полос	га.	177,35	2,6
Вынос хозяйственных объектов	шт.	48	14
Оборудование водопойменных площадок	шт.	60	27
Строительство дамб, обвалования	км.	81	32

В связи со спадом промышленного и сельскохозяйственного производства водохозяйственные мероприятия выполняются в небольших объемах.

Сравнительный анализ данных показал, что на территории города за период 1982 - 2009 гг., наблюдаются: увеличение числа и длин активных обвально-оползневых склонов; появление новых линейных эрозионных форм (промоины, овраги); проявление вторичной эрозии по бортам и днищам древних логов; характерно появление новых точечных природно-антропогенных (суффозионные воронки), наличие антропогенных эрозионных форм рельефа (котлованы под складирование бытовых и иных отходов).

Для снижения загрязнения поверхностных вод, и улучшения их качества необходимо решить следующие задачи:

- ✓ совершенствование очистки сточных вод с применением методов глубокой очистки от ионов тяжелых металлов, биогенных веществ, пестицидов и отработки (утилизации) осадков;
- ✓ внедрение на предприятиях края новых методов очистки и совершенствования технологии промышленного водопользования, создание замкнутых систем водопользования;
- ✓ обеспечение устойчивого финансирования мероприятий из местных источников и из федерального бюджета;
- ✓ разработка комплексных схем водоснабжения и водоотведения по бассейнам рек для выработки единой политики как для всей реки, так и для отдельных предприятий (размещение новых производств, нормирование сбросов, строительство водоохранных сооружений и т.д.);
- ✓ усовершенствование нормативных и правовых документов по охране природных ресурсов в целом;
- ✓ разработка методов расчета, их нормативное и правовое обоснование по трансграничным загрязнениям, организация новых постов КУГМС;
- ✓ создание рыночных отношений в области экологии на региональном уровне.

Заключение

По результатам исследований периода 2015-2018 гг. можно сделать следующие выводы:

1. Малые водосборные бассейны являются сложной иерархической системой, в которой выделение пространственно-временных иерархических уровней способствует правильной организации исследования, выбором методов изучения объектов. Для понимания всех особенностей ныне существующего рельефа необходимо проследить всю последовательность геологических событий, начиная иногда с весьма отдаленных геологических времен. Здесь мы имеем пример взаимной методологической помощи, которую могут оказать одна другой две родственные науки — геоморфология и геология. С одной стороны, внимательный анализ рельефа дает возможность установить характер и последовательность движений земной коры в новейшее геологическое время, с другой стороны, история геологического прошлого, записанная в литологическом и фациальном характере геологических образований и в их структурах, позволяет геоморфологу понять многие особенности современного рельефа.

2. Выявлены геолого-тектонические и геоморфологические особенности территории исследования: малые реки в пределах обширных тектонических понижений впадают в поток более высокого порядка под наклоном за счет разности рельефа; локальные тектонические поднятия влияют на форму малого речного бассейна (в одних случаях, придавая ему больше округлости, в других, ограничивая его простираие); в условиях тектонических поднятий формируются радиальные эрозионные сети; флексуры пересекающие малые речные бассейны приводят к неоднородности строения эрозионной сети, как правило выше по течению от пересечения флексуры эрозионное расчленение увеличивается; линии сбросов формируют резкие изгибы русел, определяют положение устья; локальные тектонические поднятия в пределах бассейнов средних рек приводят к сужению долины и ширины пойменно-террасного комплекса, а также снижению извилистости русла. Учитывая структурно-геоморфологические особенности, малые речные бассейны г. Красноярска и его окрестностей были объединены в 7 структурно-геоморфологических районов: *Верхне-Качинское* широко-холмисто-увалистое сильно расчлененное эрозионно-денудационное низкогорье; *Качинская* холмисто-увалистая средне-расчлененная наклонная денудационная равнина; *Кемчугское* пологоувалистое, расчлененное денудационное средневысотное (300 м) плато; *Балахтонская* волнистая, слабо расчлененная денудационно-аккумулятивная равнина; *Бузимская* плоско-увалистая, слабо расчлененная равнина; *Березовская* холмисто-увалистая расчлененная равнина.. Единым для речных бассейнов является вероятно стремление к балансу между числом левых и правых притоков. Не достижение этого баланса происходит благодаря осложняющим факторам. Как то, тектоническому и геологическому строению, литологии, первичному уклону.

3. Обосновано влияния структурно-геоморфологического своеобразия и структуры долин малых речных бассейнов среднего течения долины реки Енисей на особенности его хозяйственного освоения.

Совокупное воздействие мегаполиса на малые реки исследуемой территории привело к:

а) нивелированию зимней и летней межени и весеннего половодья при возрастании внесезонных пиков дождевых паводков, которые стали более короткими, но ярко выраженными,

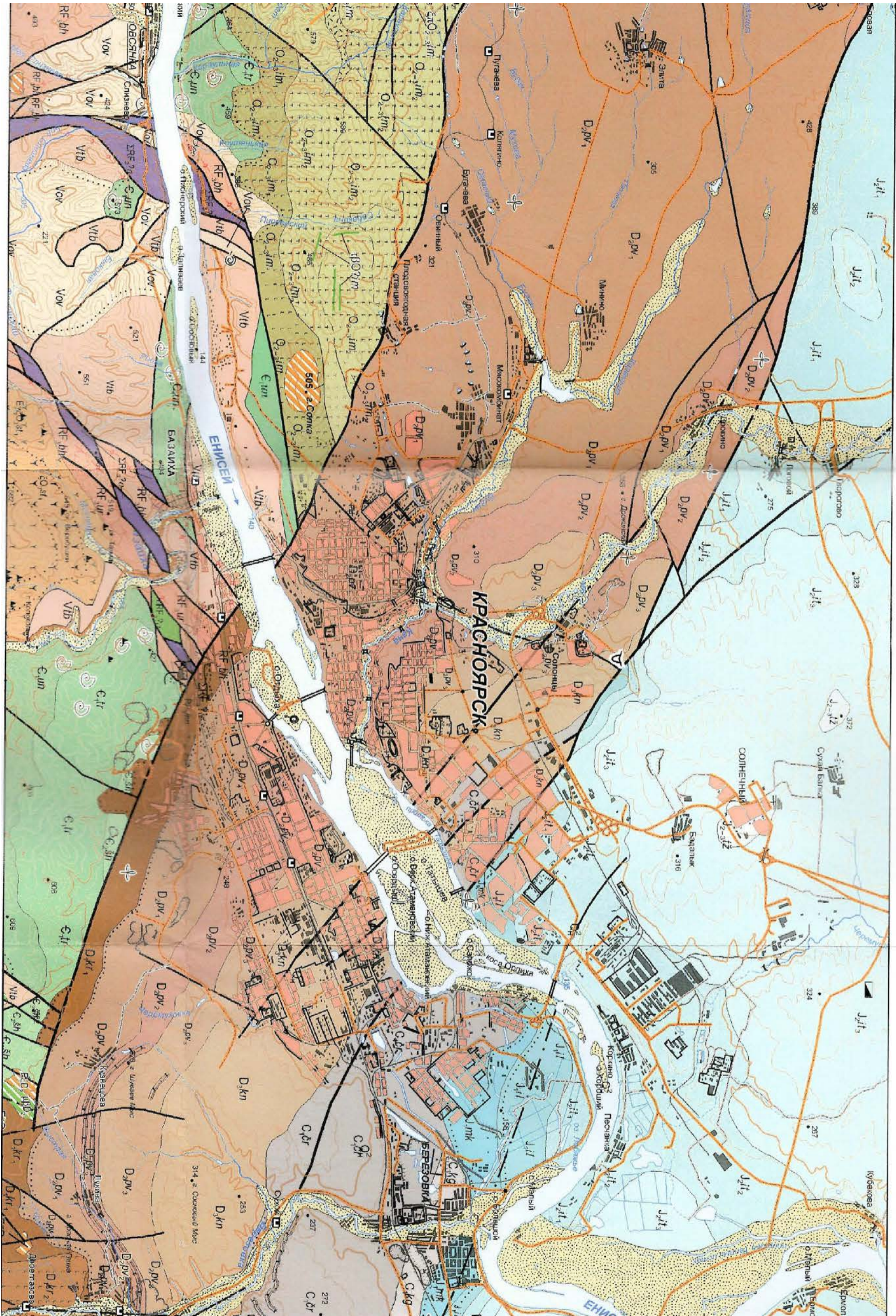
б) увеличению продолжительности периода активного стока,

в) скачкообразному изменению гидрологических параметров рек на отдельных участках долины бассейна. В результате происходит уменьшение геоморфологической роли весеннего половодья, которое перестает активно формировать и очищать днище долины. В то же время более короткие, но бурные дождевые паводки ведут активную эрозионную работу, размывая берега реки и склоны долины практически на протяжении всего года. Функционирование малых рек территории наиболее существенное влияние оказывает локализация мест сброса техногенных вод, т.к. в результате отдельные их участки становятся "обезвоженными", а на других водность резко увеличивается. Это приводит к постепенному переформированию речного бассейна в целом: активному развитию одних водотоков (где объем стока увеличился) и отмиранию других. В результате разнопланового антропогенного воздействия происходит изменение характера и скорости геоморфологических процессов в долинах рек г.

Красноярска и его окрестностей. Эрозия и аккумуляция здесь обусловлены локальными техногенными причинами и развиты, чередуясь, на относительно непротяженных участках.

В пределах долин рек урбанизированных территорий возрастает роль процессов суффозии и термоэрозии.

Как показали исследования, характер хозяйства в пределах бассейнов малых рек с различными структурно-геоморфологическими условиями крайне различается. Малые речные бассейны с однородным структурно-геоморфологическим строением (моноклинали и мульды) благоприятны для размещения сельскохозяйственных угодий. Районы малых речных бассейнов где в рельефе проявляются антиклинали и тектонические сбросы, сельскохозяйственное освоение затруднено.



ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
окрестностей г. Красноярска

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ к геологической карте окрестностей г. Красноярска

КВАРТЕР	ГОЛОЦЕН		Верхняя часть голоцена. Аллювиальные отложения рек. Галечники, пески, супеси, илы (2-8 м).
		ЮРА	СРЕДНЯЯ
ЮРА	РАННЯЯ	Тоарский J_1il Плинсбахский J_1mk Иланская свита нерасчленённая. Алевролиты, песчаники, прослои углистых алевролитов, уголь бурый (менее 120 м). Макаровская свита. Средне-верхнемакаровская подсвита нерасчленённая. Песчаники, гравелиты, конгломераты, в кровле прослои алевролитов, редко линзы бурого угля (0-98 м).	
	КАРБОН	РАННИЙ	Визейский C_1kg Турнейский C_1cr Красногорьевская свита. Переслаивание туфов, туффитов и туффопесчаников пестроцветных, редкие прослои песчаников, аргиллитов и конгломератов (более 300 м). Чаргинская свита. Алевролиты красноцветные, аргиллиты, известняки с включениями пёстрого халцедона, прослои и линзы песчаников и алевролитов известковистых, в подошве конгломераты (более 450 м).
ДЕВОН	СРЕДНИЙ	Фаменский-Франский D_3kn Кунгусская свита. Мергели пестроцветные с прослоями зеленовато- и жёлто-серых гравелитов и песчаников, иногда "икряных" известняков и алевролитов (менее 310 м).	
		Живецкий D_2pv_3 Верхнепавловская подсвита. Мергели пятнистые, красноцветные с прослоями песчаников и гравелитов с редкой галькой (120 м).	
		Эйфельский D_2pv_2 Среднепавловская подсвита. Мергели, известняки, линзы и прослои алевролитов, песчаников, гравелитов, реже конгломератов (120 м).	
	РАННИЙ	D_2pv_1 Нижнепавловская подсвита. Песчаники, алевролиты, гравелиты красно- и пестроцветные, реже конгломераты, линзы аргиллитов (менее 350 м). D_1kr_3 D_1kr_2 D_1kr_1 Карымовская свита. Верхнекарымовская подсвита. Песчаники, алевролиты с флорой псилофитов. Среднекарымовская подсвита. Конгломераты, песчаники с линзами конгломератов, эффузивы. Нижнекарымовская подсвита. Конгломераты, туфоконгломераты, песчаники.	
КЕМБРИЙ	СРЕДНИЙ	ϵ_2sh Шахматовская свита. Известняки, в низах красноцветные песчаники, конгломерато-брекчии, алевролиты (менее 200 м). Трилобиты.	
		Амгинский ϵ_1tr Торгашинская свита. Известняки массивные, археоциато-водорослевые биогермы, редкие прослои песчаников, алевролитов, доломитов, известковистые и кремнистые брекчии (менее 800 м). Археоциаты, водоросли, трилобиты кийского, камешковского, санаштыкольского, обручевского горизонтов.	
	РАННИЙ	Атлабасинский-Толмоцкий ϵ_1un Унгутская свита. Массивные известняки, доломиты, доломитизированные известняки (менее 1000 м). В верхней части археоциаты, в нижней - водоросли, мелкораквинная фауна.	
	ВЕНД	Vov Овсянковская свита. Доломиты, известняки, пласты фосфоритов, в низах - конгломерато-брекчии, полимиктовые брекчии (более 700 м).	
		Vtb Тюбильская свита нерасчленённая. Песчаники известковистые, спудистые, полимиктовые, сланцы глинистые, алевролиты, известняки чёрные, базальные конгломераты (более 1000 м).	
		Vag Ангалойская свита. Известняки, доломито-известковые брекчии, доломитистые известняки; в низах конгломерато-брекчии, полимиктовые брекчии, базальные конгломераты, песчаники, алевролиты (более 970 м).	
		RF_3bh Бахтинская свита. Базальты, базальтоидные туфы, прослои известняков, сланцев кремнистых (менее 2000 м).	
	РИФ	ПОЗДНИЙ	RF_3mn Манская свита. Известняки кристаллические, прослои филлитовидных глинистых и кремнистых сланцев, реже песчаников (более 600 м). RF_3ur Урманская свита. Сланцы кварц-хлорит-серицитовые, эпидот-хлоритовые, актинолитовые и другие, метапесчаники, кремнистые сланцы, прослои известняков и доломитов (более 2000 м).
		Аксепский комплекс альпинотипных гипербазитов. $\nu RF_3?a$ $\Sigma RF_3?o$ Серпентиниты аподунитовые, апогарцбургитовые, апеперидотитовые; амфиболитизированные пироксениты и габбро.	
		Субвулканические образования. Малые тела базальтовых порфиритов, сиенит-порфиритов, трахит-порфиритов (тл), гранит-порфиритов, трахидацит-порфиритов (тдл), трахириолит-порфиритов (тлр).	

	1 - преимущественно риодациты;
	2 - туфы риолитов, риодацитов;
	3 - дациты, риолиты, трахириолиты, трахидацитами и их туфами;
	4 - туфолавы дацитового состава;
	5 - преимущественно трахидациты;
	6 - преимущественно трахиты;
	7 - трахиандезиты;
	8 - андезибазальты;
	9 - трахибазальты, переслаивающиеся с базальтами, андезибазальтами, андезитами, трахитами и их туфами;
	10 - лавы базальтов;
	11 - туфы разного состава;
	12 - преимущественно андезиты;
	13 - базальтовые порфириты;
	14 - туфы базальтов.
	1 - граниты;
	2 - сиениты, кварцевые сиениты;
	3 - сиениты щелочные;
	4 - граносиениты;
	5 - щелочные граносиениты;

- Вулканогенные породы:**
- 1 - преимущественно риодациты;
 - 2 - туфы риолитов, риодацитов;
 - 3 - дациты, риолиты, трахириолиты, трахидацитами и их туфами;
 - 4 - туфолавы дацитового состава;
 - 5 - преимущественно трахидациты;
 - 6 - преимущественно трахиты;
 - 7 - трахиандезиты;
 - 8 - андезибазальты;
 - 9 - трахибазальты, переслаивающиеся с базальтами, андезибазальтами, андезитами, трахитами и их туфами;
 - 10 - лавы базальтов;
 - 11 - туфы разного состава;
 - 12 - преимущественно андезиты;
 - 13 - базальтовые порфириты;
 - 14 - туфы базальтов.
- Интрузивные породы:**
- 1 - граниты;
 - 2 - сиениты, кварцевые сиениты;
 - 3 - сиениты щелочные;
 - 4 - граносиениты;
 - 5 - щелочные граносиениты;

- Осадочные породы:**
- 1 - песчаники;
 - 2 - конгломераты;
 - 3 - известняки.

- Тектониты:**
- 1 - катаклазиты;
 - 2 - милониты.

- Породы контактового метаморфизма:**
- 1 - роговики;
 - 2 - скарны.

- Геологические границы:**
(а - достоверные, б - предполагаемые)
- согласного залегания
 - несогласного залегания
 - между разновозрастными образованиями (или телами разного состава)
 - между фациально разными образованиями
- Разрывные нарушения:**
(а - достоверные, б - предполагаемые, в - скрытые под вышележащими образованиями)
- главные
 - прочие

- Места находок ископаемых остатков**
- морских беспозвоночных
 - пресноводных беспозвоночных
 - позвоночных
 - макрофлоры
- Взаимоотношения геологических подразделений в условных обозначениях и стратиграфической колонке**
- стратиграфические согласные
 - стратиграфические несогласные с размывом
 - угловое несогласие
 - интрузивные секущие
 - тектонические контакты

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОЛОНКА

к Геологической карте окрестностей г. Красноярск

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Литологическая колонка	Мощность в м	Характеристика подразделений
ЮРСКАЯ	Средний	Батский	J ₂ it ₃		менее 280	Верхнеитатская подсвита. Песчаники, прослои и линзы алевролитов, аргиллитов, углистых алевролитов, гравелитов и конгломератов, прослои и пласты угля бурого невыдержанной мощности. Палинокомплекс: <i>Cyathidites-Osmundacidites-Ginkgocycadophytus-Lophotriteles torosus-Classopolis</i> Ветви хвойных: <i>Sphenobaiera, Czekanowski, Unio kubecoviensis sp., Unio juatohvskii sp.</i> , Жуки, двукрылые, ручейники и др. насекомые.
		Байосский	J ₂ it ₂		65-270	Среднеитатская подсвита. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, прослои и пласты угля бурого, в низах - прослои гравелитов и конгломератов. Палинокомплекс: <i>Cyathidites-Dicksonia densa-Neoraistrickia rotundiformis-Pinus divulgata-Piceapollenites-Lycopodiumsporites spp.</i>
		Ааленский	J ₂ it ₁		0-260	Нижнеитатская подсвита. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, углистые алевролиты и аргиллиты, уголь бурый, в основании гравелиты, конгломераты. Палинокомплекс: <i>Cyathidites-Osmundacidites-Ginkgocycadophytus, Dksoniadensa-Neoraistrickia rotundiformis-Lycopodiumsporites intortivallus-Stereosporites spp.</i>
	Нижний	Тоарский	J ₁ il		0-180	Иланская свита. Алевролиты, песчаники, аргиллиты зеленовато-серые, прослои углистых аргиллитов, редко - углей бурых. Палинокомплекс: <i>Cyathidites-Tripartina variabilis-Duplexisporites anogrammensis-Ginkgocycadophytus-Classopolis.</i>
		Геттанг-Плинсбахский	J ₁ mk		0-225	Макаровская свита. Песчаники, алевролиты, прослои аргиллитов, редко - углей бурых, внизу - конгломераты. Двусторон: <i>Najadites (?) krasnojarskiensis Lebedev sp. nov.</i> , флора: <i>Cladophlebis whitbiense tenue H e er, Elatocladus manchurica (Lokojame) Lab</i> , споры и пыльца: <i>Pteris multiformis Sach., Camtotriteles cerebriformis Naum., Osmunda cinnamomeiformis Sach., Salvinia pelpulchra Bolch.</i>
КАМЕННО-УГОЛЬНАЯ	Нижний	Визейский	C ₁ kg		более 300	Красногорьевская свита. Переслаивание туфов трахиандезитового, риодацитового состава, туффитов, туффесчаников пестроцветных, редкие прослои песчаников, аргиллитов и конгломератов. Растительные остатки: <i>Porodendron cristatum Ch a c h l., Porodendron plicatum Ch a c h l., Knomia sp., Protopinacodendron asiaticum (Ch a c h l.)</i>
		Турнейский	C ₁ er		более 450	Чаргинская свита. Мергели пестроцветные с прослоями алевролитов, песчаников и известняков с включениями пестрого халцедона, реже - гравелитов. Флора: <i>Asterocalamites scrobikulatos Sch o t h., Heleniella theodori Z a l.</i>
ДЕВОНСКАЯ	Верхний	Фаменский-франский	D ₃ kn		менее 310	Кунгусская свита. Мергели пестроцветные с прослоями зеленовато- и желтовато-серых гравелитов и песчаников, иногда "икряных" известняков и алевролитов. Ихтиофауна: <i>Bothriolepis sibirica O b r.</i> Флора: <i>Barinophyton richardsonii (D a w s) White., Archaeopteris sp., Archaeopteris cf. fimbriata N a t h., Archaeopteris sibirica Zal.</i>
		Средний	Живетский	D ₂ pv ₃		120
	D ₂ pv ₂				120	Среднепавловская подсвита. Мергели, известняки, линзы и прослои алевролитов, песчаников, гравелитов, конгломератов. Флора: <i>Orestovia bazhenovii L a r., Sporites devonicus G a r., Sporites sibiricus G a r., Protocephalopteris praecox A n a n., Psilophyton cf. dawsonii Andrews et al., Protolpidodendron scharyanum Krejci et Perr., Drepanophycus gaspianus Kr. et W. и др.</i>
	D ₂ pv ₁			менее 350	Нижнепавловская подсвита. Песчаники, алевролиты, гравелиты, мергели, реже конгломераты, линзы аргиллитов. Растительные остатки: <i>Psilophyton sp., палинокомплекс: Hymenozonotriteles proteus Naum., H. polyacanius Naum., Retusotriteles gibberus Naum.</i>	
	Нижний	Эйфельский	D ₁ kr ₃		600-700	Верхнекарымовская подсвита. Песчаники разнозернистые, алевролиты с растительными остатками: <i>Psilodendron sibiricum Lep., Zosterophyllum cf. australium Lang et Cookson, Pectinophyton (?) bipectinatum A n a n., Psilophyton goldschmidtii H a l l e, Dichophyton latum K o v b. et P e t e r., sp. nov., Uralia cf. minusinskiensis P e t e r. sp. nov. Uralia camdjalensis Peter. sp. nov.</i>
			D ₁ kr ₂		350-450	Среднекарымовская подсвита. Песчаники разнозернистые, прослои и линзы конгломератов, эффузивов.
D ₁ kr ₁				300	Нижнекарымовская подсвита. Конгломераты, неравномернозернистые песчаники, туфоконгломераты.	
ОРДОВИКСКАЯ			O ₂₋₃ im ₂		более 1800	Верхнеимирская подсвита. Дациты, риодациты, трахидациты, трахиты, трахириолиты, риолиты, их туфы и игнимбриты, андезиты, туффесчаники, песчаники, алевролиты, единичные потоки базальтов.
			O ₂₋₃ im ₁		более 1000	Нижнеимирская подсвита. Базальты, андезибазальты, реже - риодациты, туфы основного, среднего, редко - кислого составов, прослои и линзы песчаников, туффесчаников, алевролитов, гравелитов, гравелитистых песчаников.
КЕМБРИЙСКАЯ	Средний	Амгинский	Є ₂ sh		менее 300	Шахматовская свита. Известняки, в низах красноцветные песчаники, конгломерато-брекчии, алевролиты. Трилобиты: <i>Olenoides convexus L e r m., Amgaspis sp., Proasaphiscus sp.</i> и др.
		Нижний	Аттабанский+тойонский	Є ₁ tr		менее 800
	Томмотский		Є ₁ un		менее 1000	Унгутская свита. Известняки, доломитизированные известняки, доломиты. Ангустиокреиды: <i>Cambrotubulus decurvatus Miss., Angustiochrea sp.</i> , хиолиты: <i>Turcutheca crasseocochlia (Sys.)</i> , томмотиды: <i>Tommotia sp.</i> , моллюски: <i>Aldanella cf. rozanovi Miss.</i> ракообразные: <i>Watsonella sibirica (Miss.)</i>
ВЕНДСКАЯ			V-Є ₁ ov		более 700	Овсянковская свита. Доломиты, известняки, прослои известковистых песчаников, глинистых известняков, пласты фосфоритов, в низах - конгломерато-брекчии, полимиктовые брекчии. Водоросли: <i>Korilophyton angustum V o r., Renalcis sp.</i> и др.; копролиты: <i>Vesicamassularis compositus M. S t e p.</i> ангустиокреиды: <i>Cambrotubulus sp.</i> микрофитопиты: <i>Vesiculariteslobatus Reil.</i>
			Vtb		более 1000	Тюбильская свита. Песчаники известковистые, слюдяные, полимиктовые, сланцы глинистые, алевролиты, чёрные известняки, базальные конгломераты. Мелкораквинная фауна, спикулы губок.
			Vag		более 970	Ангалойская свита. Известковые конгломераты, брекчии, известняки, доломитистые известняки, микрофитолиты, доломиты, крустификационные доломиты, базальные конгломераты, песчаники, алевролиты. Эпифитоновые водоросли: <i>Epiphyton (?) sp. Korilophyton sp.</i> спикулы губок.
РИФЕЙСКАЯ	Верхний		RF ₃ bh		более 2000	Бахтинская свита. Метабазальты, метакриобазальты, метаандезиты, метаизвестняки, серицитовые сланцы.
			RF ₃ mn		более 600	Манская свита. Известняки кристаллические, прослои филлитовидных глинистых и кремнистых сланцев, реже песчаников. Камизиды семейства <i>Troglidae.</i>
			RF ₃ ur		более 2000	Урманская свита. Сланцы кварц-хлорит-серицитовые, эпидот-хлоритовые, актинолитовые и другие, металеонанки, кремнистые сланцы, филлитовидные глинистые сланцы, прослои известняков и доломитов, дайки габбро-диабазов, диабазовых порфиритов.



Список литературы:

- 1) Антипов А.Н., Корытный Л.М. Ландшафтно-гидрологический анализ территории / // Новосибирск: "Наука", Сибирское отделение. 1992. С. 52-63.
- 2) Антипова К.М. Флора Красноярск: конспект / К.М. Антипова, С.В. Рябовол. Красноярск.: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2009. - 292 с.
- 3) Антипцева Ю.О. Морфометрический анализ рельефа с использованием ГИС технологий при оценке рекреационного потенциала Лагонакского нагорья (северо-западный Кавказ) / Ю.О. Антипцева, Ж.А. Думит // Геоморфология. 2009г. - №1. - С.45-50.
- 4) Антошкина Е.В. Инженерно-геоморфологические условия территории города Краснодара // Геоморфология. 2004. - №1. - С. 27-33.
- 5) Архипов С.А. Западно-Сибирская равнина / С.А. Архипов, В.В. Вдовин, Б.В. Мизеров. М.: Наука, 1970. - 279 с.
- 6) Архипов С.А. Четвертичный период в Западной Сибири / С.А. Архипов. Новосибирск: Наука, 1971.-331 с.
- 7) Бабкина И.В. Разработка предельно допустимого норматива изъятия водного ресурса для малых рек Красноярского края / Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири, выпуск 4/ Красноярск, 2003. С161-164.
- 8) Бабкина И.В., Кореньков В.А., Ковшова Е.П., Сыткин А.В., Ильяшенко М.Г. Современное состояние качества речных вод Красноярского края / Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири, выпуск 5/ Красноярск, 2003. С. 107-116.
- 9) Барышников Н. Б. Речные поймы (морфология и гидравлика) / Н.Б. Барышников. Л: Гидрометеиздат, 1978. - 152 с.
- 10) Бахтин Н. П. Климат / Н.П. Бахтин, Н.В. Орловский // Агрохимическая характеристика почв СССР. Средняя Сибирь. М.: Наука, 1971. С.7-13.
- 11) Безруков Л.А., Корытный Л.М. Водные ресурсы Ангаро-Енисейского региона/"Наука", Сибирское отделение. - Новосибирск, 1990.- С.51-58.
- 12) Белогон Н.П., Гаевский Н.А., Гольд З.Г., Ю.С. Григорьев, Кузнецов А.М., Миклин В.Т., Морозова И.И. Оценка интегральной токсичности вод по биотестам (на примере р. Качи)/Экологическое состояние и природоохранные проблемы Красноярского края, Красноярск, 1995. С. - 67-85.
- 13) Благовещенский, Н.В. Ачинско-Красноярский район (предварительный отчет 1912) / Н.В. Благовещенский. Пг., 1912.
- 14) Богословская В.В. Современные экзогенные процессы на территории г.Красноярск / В.В. Богословская, В.П.Чеха // Самоорганизация и динамика геоморфосистем. Материалы XXVII Пленума геоморфологической комиссии РАН. Иркутск.: ИГУ. - 2003. - С. 321-322.
- 15) Бояркина А.П. Аэрозоли в природных планшетах Сибири / А.П. Бояркина, В.В. Байковский, В.Н. Васильев Томск.: ТГУ, 1993. - 157 с.
- 16) Вергунов А.П. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города / А.П. Вергунов. Л.: Стройиздат. Ленингр. Отд-ние, 1982. - 134 с.
- 17) Волков А.В. Устойчивость рельефа в обстановке техногенного воздействия (на примере газотранспортного строительства) // Вестник Поморского университета. Серия: естественные науки. 2009. - №3. - С. 18-22.
- 18) Воронкевич С. Д. Характеристика современных и древних суффозионно-эрозионных процессов в лёссовых породах района г.Красноярск / С.Д. Воронкевич, А.С. Герасимова, С.Н. Максимов // Вопросы строительства на лёссовых грунтах. Воронеж, 1961. - С. 61-80.
- 19) Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов / С.С. Воскресенский. М.: Изд-во МГУ, 1971. - 228 с.
- 20) Геологическая карта центральной части Красноярской СФЗ / сост. и подгот. к изд: Р.А. Цыкин, А.В. Попов. 1:50

000. - Красноярск.: Государственный Университет Цветных Металлов и Золота, 2005.
- 21) Геологическая карта окрестностей Красноярска / сост. и подгот. к печати: Ю.А. Задиченский, Г.В. Миронюк, О.Ф. Якунина. 1:100 000. - Красноярск.: ОАО Красноярскгеолсъёмка, 1990.
- 22) Геоэкологическое картографирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б. И. Кочуров, и др. ; под ред. Б.И. Кочурова. М.: Издательский центр "Академия", 2009. - 192 с.
- 23) Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь / Козин В.В. и др.. Смоленск: Ойкумена, 2005. - 576 с.
- 24) Голодковская Г.А. Оползни в мезозойских впадинах юга Красноярского края / Г.А. Голодковская, А.А. Горюнов. // Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней Душанбе. 1970. - С. 129-133.
- 25) Горшков С.П. Четвертичные отложения и история развития приенисейской Сибири / С.П. Горшков. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 150 с.
- 26) Горюнов А.А. Инженерно-геологическое значение антропогенных изменений современных геологических процессов // Геология и геохимия полезных ископаемых Красноярского края. Красноярск, 1964. - с. 151-156.
- 27) Горюнов А.А. Экзогенные геологические процессы и явления Чулымо-Енисейского междуречья и их значения для строительства // Влияние геодинамических процессов на формирование рельефа Сибири. Новосибирск: Наука, 1974. - с. 90-96.
- 28) Дурнев В.Ф., Космаков И.В. Научно-исследовательская лаборатория по экологии природных систем (НИЛ "ЭПРИС"), Тезисы доклада на VII Международную конференцию "Реки Сибири и Дальнего Востока", 2012 [Электронный ресурс] // Всероссийский портал "Экодело" - Электронные данные - [Б.м.], 2012 - URL: http://ecodelo.org/14850-otsenka_vozdeistviya_krasnoyarskogo_aluminiumovogo_zavoda_na_kachestvo_vody_r_cheremushka-rigo (дата обращения 24.02.2016).
- 29) Енисей Электронный ресурс. // Википедии — свободная энциклопедия, [2011]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/ЕННсефт#cite_note-2 (дата обращения: 24.02.2011).
- 30) Ивановский Л.Н., Уфимцев Г.Ф., Флоренцов Н.А. Процессы формирования рельефа Сибири/ Новосибирск: "Наука", 1987. С. - 56-73.
- 31) Кириллов М.В. Окрестности Красноярска / М.В. Кириллов. - Красноярск: Красноярское книжное издательство, 1977. 91 с.
- 32) Кириллов М.В. Особенности природы окрестностей г. Красноярска / М.В. Кириллов. - Красноярск, 1971. 6-25. с.
- 33) Кириллов М.В. Природа Красноярского края и её охрана / М.В. Кириллов. Красноярск: Краен. Книж изд-во, 1988. - 165 с.
- 34) Козлова А.Е. Геоморфологический анализ устойчивости городской системы / А.Е. Козлова, А.В. Секошин, Д.В. Федорович // Геоморфология. -2008. №2. - С. 53-60.
- 35) Коновалова Т.И. Природно-экологическая оценка качества городской среды / Т.И. Коновалова, И.Е. Трофимова // География и природные ресурсы. 1997. - №1. - С. 151-159.
- 36) Котлов Ф.В. Город и геологические процессы / Ф.В. Котлов. М: Наука, 1967. - 226 с.
- 37) Кошкарёв А.В. Географические информационные системы в эколого-геоморфологических приложениях / А.В. Кошкарёв, И.А. Мерзлякова, И.В. Чеснокова // Геоморфология. №2. - 2002. - С. 68-79.
- 38) Красноярск: этапы исторического пути / Г.Ф. Быконя, и др.; под ред. П.И. Пимашкова. Красноярск: Буква, 2003. - 560 с.
- 39) Крашенинникова С.В. К вопросу об эколого-геоморфологической оценке территории города // Известия Пензенского гос. пед. Университета им.В.Г. Белинского. 2006. - №1(5). - С. 150-154.137
- 40) Кружалин В.И. Основные направления развития и научные школы экологической геоморфологии / В.И. Кружалин, Т.Ю. Симонова // Геоморфология на рубеже XXI века. М.:Изд-во МГУ, 2000. С. 154-161.

- 41)Кружалин В.И. Человек, общество, рельеф: Основы социально-экономической геоморфологии / В.И. Кружалин, Ю.Г. Симонов, Т.Ю. Симонова. М.: Диалог культур, 2004. - 120 с.
- 42)Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши / В.И. Кружалин. М.: Научный мир, 2001. С. 176.
- 43)Кружалин В.И. Эколого-геоморфологический анализ территории // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 1997. - №4. - С. III.
- 44)Кузьмин С.Б. Геолого-геоморфологический каркас для выделения классов экологической опасности территории (на примере Иркутской области) // Геоморфология. 2002. - №3. - С. 33-43.
- 45)Кузьмин С.Б. Цифровые модели рельефа: методика построения и возможности использования при геоморфологическом анализе / С.Б. Кузьмин и др. // Геоморфология. №4. - 2007. - С. 33-41.
- 46)Кусковский В.С. Древние оползни в долине Енисея // Влияние геодинамических процессов на формирование рельефа Сибири. Новосибирск. Наука, - 1974. - С. 96-106.
- 47)Ласточкин А.Н. Геотопологические подходы в микроклиматических исследованиях / А.Н. Ласточкин, А.И. Жиров // Изв. РАН. Серия географ. 1995. - № 4. - С. 21-29.
- 48)Ласточкин А.Н. Геотопология: геоморфологические основы теории, методики и практики / А.Н. Ласточкин, Д.А. Тимофеев // Известия РАН Сер. геогр.- 1993. -№1.С. 16-26.
- 49)Ласточкин А.Н. Содержание, структура и проблемы геоэкологии // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 1993. - Вып. 2(№14). - С. 74-87.
- 50)Лебедева Е.В., Михалев Д.В. Эколого-геоморфологические последствия техногенного воздействия на малые реки юго-запада Москвы // Журнал: "Геоморфология". Российская академия наук. - Москва, 2011. - стр22-31.
- 51)Лихачёва Э.А. Анализ устойчивости и динамичности рельефа города Москва / Э.А. Лихачева и др. // Геоморфология. 2006. - №4. - С. 3238.
- 52)Лихачёва Э.А. Геоморфология городских территорий: теоретические основы, принципы и методы исследований: Автореф. дис. . докт. геогр. Наук / Э.А. Лихачева. М.: ИГРАН, 1992. - 34 с.
- 53)Лихачёва Э.А. Экологическая геоморфология: Словарь-справочник / Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. - 240 с.
- 54)Лихачёва Э.А. Эколого-геоморфологические критерии оценки городской территории / Э.А. Лихачёва, Д.А.Тимофеев, Г.П. Локшин // Геоморфология. 1999. - №3. - С. 18-26.
- 55)Лихачёва Э.А. Эколого-геоморфологические критерии оценки городской территории / Лихачева и др. // Геоморфология. 1999. - №3 - С. 1826.
- 56)Лихачева Э. А. Геоморфологические системы и их организованность / Э. А. Лихачева, Д. А. Тимофеев // Геоморфология. 2007. -№ 1. - С. 3-9.
- 57)Лихачева Э.А. Город экосистема / Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. - М.: Медиа-Пресс, 1997. - 336 с.
- 58) Маслов Н.В. градостроительная экология / Н.В. Маслов; Под ред. М.С. Шумилова. М.: Высш. Шк., 2003. - 284 с.139
- 59)Методика изучения и прогноза экзогенных геологических процессов / Под ред. А.И. Шеко, С.Е. Гречищева. М.: Недра, 1988. - 216 с.
- 60)Мехбалиев М.М. Морфометрические исследования рельефа в рекреационных целях // Известия РГО. 2001. - Т. 133, - Вып.6. - С. 76-80.
- 61)Митяев М.В. Вертикальная расчленённость рельефа и морфоструктурный план Печёроморского шельфа / М.В. Митяев, В.Б. Хасанкаев, В.А. Голубев // Геоморфология. 2005. - №3. С. 102-110.
- 62)Мокринец К.С. Влияние антропогенного воздействия на активизацию эрозионных процессов (на примере Караульного холма) // География и геоэкология Сибири. Красноярск: Изд-во КГПУ им. В.П.Астафьева. - Красноярск, 2009. -Вып.3 - С. 249-253.
- 63)Мокринец К.С. Динамика современных экзогенных процессов на территории Красноярска // Молодёжь и наука

XXI века. Красноярск: КГПУ им. В.П.Астафьева, 2010. Т. 1. - С.86-88.140

64) Мокринец К.С. К методике оценки интенсивности воздействия хозяйственной деятельности на рельеф урбанизированных территорий (на примере г.Красноярска) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Москва, 2011. - №10(33). - С. 276-278.

65) Мокринец К.С. Эколого-геоморфологический анализ расположения функциональных зон г.Красноярска // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. - 2011. - №2. - С. 317-323.

66) Некрасова Л.А. Социальные аспекты эколого-геоморфологических исследований // Геоморфология. 2008. - №2. - С. 22-31.

67) Никифорова Л.Г., Семенова Ю.Г. Проблемы теоретической геоморфологии / -М.: Издательство МГУ, 1999. - С. 5-41.

68) Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. М.: Азъ, 1992. - 955 с.

69) Охрана ландшафтов: Толковый словарь / В.С. Преображенский. -М.: Прогресс, 1982. 271 с.

70) Пазилов Д. С. К вопросу о возрасте и генезисе террас в окрестностях Красноярска // География и геоэкология Сибири. Красноярск : КГПУ, 2010.-С. 237-241.

71) Палиенко Э.Т. Поисковая и инженерная геоморфология / Э.Т. Палиенко. Киев: Высшая школа, 1978. - 197 с.

72) Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. / Н.Ф. Реймерс. М.: Изд-во Мысль, 1990. - 640 с.

73) Рельеф среды жизни (экологическая геоморфология) / отв. Ред. Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. - 640 с.

74) Ружже В.Л. Красноярск: вопросы формирования и развития / В.Л. Ружже. Красноярск: Красноярское книжное издательство, 1966. - 196 с.

75) Рыжков О.В. Методическое пособие к семинару "Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории" (16-21 апреля 2007 г., г. Елизово) / О.В. Рыжков. Тула: Гриф и К, 2007. - 240 с.

76) Сазонов А.М., Цыкин Р.А., Ананьев С.А., Перфилова О.Ю., Махлаев М.Л., Сосновская О.В. Путеводитель по геологическим маршрутам и окрестностям г. Красноярска. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. 95 с.

77) Секошин А.В. Эколого-геоморфологическая оценка территории междуречья рек Яузы и Неглинной // Геоморфология. 2008. - №2. - 38-43 с.

78) Симонов Ю.Г. Инженерная геоморфология: уч. пос. / Ю.Г. Симонов, В.И. Кружалин. М.: МГУ, 1993. - 208 с.

79) Средняя Сибирь / Под ред. И.П.Герасимова. М.: Наука, 1964. -480 с.

80) Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: объект, цели и задачи // Геоморфология. 1991. - №1. - С. 43-48.

81) Трешников А.Ф. Географический энциклопедический словарь: Понятия и термины / А.Ф. Трешников. М.: Сов. энциклопедия, 1988. - 432 с.

82) Уфимцев Г.Ф. Планиция рельефа земной поверхности/ Институт географии СО РАН, Иркутск, 2009. - С. 18-26.

83) Фениксова В.В. Четвертичные отложения долины р.Енисея от г.Красноярска до устья р.Б. Пит // Мат. по геологии Красноярского края. М.: Госгеолтехиздат, 1960. - С. 149-167.

84) Фоменко Е.В. Геоморфологические аспекты оценки рекреационного потенциала территории города Краснодара // Геоморфология. -2008. №3. - С. 95-101.

85) Царев В.И. Красноярск. История развития и градостроительства / В.И. Царев, В.И. Крушлинский. Красноярск: Красноярское книжное издательство, 2001. - 248 с.

86) Чеха В.П. Позднепалеолитические стоянки красноярского района -итоги археологических исследований // Исторические чтения памяти М.П. Грязнова. — Омск: Омский университет, 1997. С. 179-181.

87) Шевелева Н.С. Геокриологические исследования в районе Красноярска. / Н.С. Шевелева, А.Я. Литвинов // Вестник АН СССР. 1959. -№6. - С. 118-119.

88) Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири / Л.В. Шумилова. -Томск: ТГУ, 1962. С. 119-123.

89)Щукин И.С. Четырёхязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии / И.С. Щукин. М.: Сов. энциклопедия, 1980. - 703 с.

90)Экология городской среды. Учебное пособие / Сост. И.С. Швабенланд, М.Л. Махрова, С.А. Кырова. Томск: Изд-во ТГУ, 2007. - 108 с.

91) https://yandex.ru/images/search?pos=17&img_url=http%3A%2F%2F