

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**На правах рукописи**

**Коломоец Сергей Юрьевич**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ ПО**  
**ВОССТАНОВЛЕНИЮ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК, НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ**  
**ВЫРАБОТКАМИ (НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Диссертация на соискание ученой степени**  
**кандидата сельскохозяйственных наук**

**Специальность 06.01.02 - мелиорация, рекультивация и охрана земель**

**Научный руководитель д.с-х.н.,**  
**доцент Заносова В.И.**

**Барнаул – 2018**

## Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Проблемы рекультивации земель в обеспечении устойчивого состояния природных ландшафтов .....	10
1.1 Особенности формирования природно-техногенных систем.....	11
1.2 Нарушение земель при открытых горных работах.....	13
1.3 Рекультивация земель с точки зрения обеспечения экологической безопасности углепромышленных территорий.....	16
1.4 Оценка экологического состояния водосборных территорий малых рек региона.....	21
1.5 Природно-техногенные системы малых рек .....	26
1.6 Анализ исследований по восстановлению русел рек, нарушенных горными работами.....	28
Выводы по главе 1.....	31
Глава 2. Природные условия региона в условиях техногенного воздействия	32
2.1 Физико-географический обзор.....	33
2.2 Геологические, гидрогеологические и гидрологические условия .....	41
2.3 Почвенно-растительный покров.....	52
Выводы по главе 2.....	57
Глава 3. Теоретические и практические основы систем автоматизированного проектирования в природообустройстве .....	58
3.1 Теоретические основы оценки устойчивости водных экосистем .....	58
3.2 Система управления проектными и инженерными данными.....	61
3.3 Формирование требований к автоматизированной системе .....	65
3.4 Разработка концепции автоматизированной системы проектирования.	73

Выводы по главе 3.....	77
Глава 4. Проектные решения по инженерно-экологическому обустройству малых рек с использованием САПР.....	78
4.1 Рекультивация природно-техногенных ландшафтов .....	80
4.2 Рекультивация нарушенных участков русла р. Кыргай.....	86
4.2.1 Краткая информация об участке исследований.....	86
4.2.2 Технология автоматизации проектных работ при реконструкции русла р. Кыргай.....	89
4.3 Реконструкция русла р. Заломаева.....	99
4.3.1 Краткая информация об участке исследований.....	99
4.3.2 Технология автоматизации проектных работ при реконструкции русла р. Заломаева.....	101
4.4 Рекультивация нарушенных участков русла р. В. Тыхта .....	108
4.4.1 Краткая информация об участке исследований.....	108
4.4.2 Технология автоматизации проектных работ при реконструкции русла р. В. Тыхта .....	110
4.5 Методические и нормативно–правовые подходы к восстановлению, реконструкции и экологической реабилитации малых рек.....	122
Заключение .....	128
Библиографический список .....	131
Приложения .....	148

## Введение

**Актуальность исследований.** Среди всего разнообразия водных объектов Российской Федерации широкое распространение получили малые реки. Протекая по огромным территориям, эти водотоки, непременно вовлекаются в хозяйственную деятельность человека, являясь источниками водных ресурсов и приемниками сточных вод. Около 30% населения Российской Федерации проживает на их водосборной площади.

На водосборной территории малых рек сформировались природно–техногенные системы, включающие в себя, помимо природной составляющей, техногенный блок, управляющий составом и свойствами компонентов природы, и природными процессами для достижения заданной социально-экономической цели. Таким образом, за формирование природно-техногенных систем отвечают не только природные факторы, но и антропогенное воздействие. К числу природных факторов следует относить физико-географические характеристики водосборного бассейна (географическое положение, рельеф, климат, геологическое строение, почвы, растительность), которые оказывают существенное влияние на процессы формирования стока. При исследовании малых рек (и режимов их стока) протекающих по техногенно–нагруженным территориям, необходимо понимать, что природные факторы здесь являются основополагающими, а антропогенные факторы - дополняющими. К антропогенным факторам относят различные виды хозяйственной деятельности человека (промышленная, сельскохозяйственная), которые взаимодействуют с территорией водосбора, а также различные виды регулирования стока, строительство русловых сооружений и т.п.

По мнению Г.В. Воропаева (1976, 1980, 1984гг.), С.Л. Вендрова (1979, 1981гг.), Н.В. Разина (1981г.), В.И. Антроповского (1984, 1985, 1986, 1996, 2004гг.), И.А. Шикломанова (1989г.), Р.А. Нежиховского (1987, 1990г.), В.С. Лапшенкова (1994, 2003гг.), В.А. Балкова (1996г.), И.С. Шахова, В.Я. Черняка (2000г.), А.М. Черняевой (2001г.), А.М. Анохина (2004г.), М.М. Мордвинцева

(2011г.) и других ученых, именно влияние антропогенных факторов стало основной причиной снижения водности малых рек и ухудшения качества воды [1–22].

Методической основой разработки управления природно–техногенными системами рек являются исследования Г.Х. Исмайылова (1978г.), С.Н. Крицкого, М.Ф. Менкеля (1981, 1982гг.), С.Е. Денисова, В.Н. Дерябина (1982г.), А.М. Гареева (1989г.), Д.Я. Ратковича (1993г.), А.М. Черняевой (1993г.), А.П. Лепихина (1995г.), А.Е. Косолапова (1995, 1996, 1999, 2001гг.), А.Н. Попова, Н.Б. Прохоровой (1997г.), В.Г. Дубининой (2001г.) и других ученых [23–36].

Следует отметить, что большая часть исследований прошлых лет производилась для водохозяйственных систем средних и крупных рек, и основной целью для них была оптимизация управления их элементами. Ввиду многочисленности и меньшей изученности малых водотоков, такие исследования проведены в значительно меньшем объеме, что не позволило, до настоящего времени, определить и сформулировать методические способы и приемы управления природно–техногенными комплексами бассейнов малых рек.

Развитие горнодобывающей отрасли в Кемеровской области связано с нарушением геологической среды, и в значительной мере обусловлено увеличением доли открытого способа добычи полезных ископаемых с формированием новых, техногенных ландшафтов, т.е. вовлечением новых земель сельскохозяйственного назначения. Регион занимает первое место в Сибирском федеральном округе по количеству нарушенных земель, в том числе водосборных территорий, и имеет самый низкий процент рекультивируемых земель по России. Влияние техногенных факторов стало основной причиной снижения водности малых рек и ухудшения качества речной воды. Сегодня по Кузбассу в восстановлении нуждается более 60 тыс. га земель (более 90 тыс. га по другим данным), использованных при разработке полезных ископаемых [37]. Сложившаяся в бассейнах малых рек водохозяйственная и экологическая ситуация, требует неотложных мер по восстановлению, реабилитации и охране

водных ресурсов малых рек. Восстановления малых рек и рекультивации нарушенных водосборных территорий, возвращения их в хозяйственный оборот является особенно актуальной для Кемеровской области.

**Целью исследований** является теоретическое и практическое обоснование способов рекультивации нарушенных земель и повышение качества и надежности проектных работ, направленных на достижение безопасного уровня функционирования водных экосистем.

Для реализации поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- анализ и оценка современного состояния природно–техногенных комплексов малых рек Кузбасса;
- исследование влияния естественных и антропогенных факторов на современное состояние водосборных бассейнов малых рек;
- натурный выбор объектов исследования;
- проведение полевых исследований и экспериментов по разработке комплекса технологий рекультивации техногенно нарушенных земель;
- разработка технологий проектирования рекультивационных мероприятий в бассейне малой реки с использованием систем автоматизированного проектирования работ (САПР).

**Объект исследований:** природно–техногенная система бассейна малой реки, сформированная в результате горнодобывающих работ.

**Предмет исследований:** технические и технологические приемы восстановления и реабилитации малых водотоков с использованием систем автоматизированного проектирования.

**Научная новизна результатов исследований.** Впервые предложено использование САПР на примере программного комплекса Autodesk AutoCAD Civil 3D при проектировании природоохранных мероприятий, новых приемов рекультивации и охраны водных объектов (п. 24 Паспорта специальности 06.01.02 ВАК).

Дана качественная и количественная оценка влияния естественных и антропогенных факторов на состояние природно–техногенных систем малых

рек. Определены критерии выбора природоохранных мероприятий, направленных на реконструкцию русел малых рек и рекультивацию водосборов.

**Методы исследований, исходные материалы.** Методологической основой работы являются обобщенные современные представления о формировании поверхностных вод и прилегающей территории, в условиях существенного увеличения антропогенного воздействия на водосборы и экологической устойчивости водных экосистем. При проведении исследований использовались методы географо-гидрологического анализа, экспертной оценки, методы картирования. При обработке результатов применялись методы математической статистики, а также математического моделирования.

В качестве исходных материалов использовались наработки, выполненные при непосредственном участии автора в ООО «Центр инженерных технологий» (2013-2016гг.), в том числе данные полученные путем обследований и измерений на местности.

**Достоверность полученных результатов** подтверждается использованием официальной информации о состоянии и использовании водных ресурсов, применением стандартных методов статистической обработки данных, положительными результатами внедрения исследований в практику проектирования.

**Практическая значимость результатов исследований.** Обоснован выбор инженерно–технических решений по восстановлению русел малых рек, в том числе по локальному улучшению их гидрологического режима. Определены целевые ориентиры восстановления с учетом специфики природных условий и состоянием восстанавливаемого водотока и его водосборной площади в современных (реальных) условиях. Определены объемы рекультивационных работ водосборных участков рек Заломаева, Верхняя Тыхта и Кыргай с целью предотвращения деградации водных экосистем.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты исследования значимости природных и техногенных условий территории при формировании современной экологической ситуации малых рек Кемеровской области.
2. Восстановление и рекультивацию нарушенных территорий необходимо решать в комплексе с мероприятиями по экологической реабилитации малых рек.
3. Технологическая модель системы автоматизированного проектирования при восстановлении природно–техногенной системы бассейна малой реки.

**Апробация работы.** Результаты работы были представлены, обсуждены и одобрены IX, X, XI международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству (г. Барнаул, 2014-2016гг.); I и II региональных молодежных реферативно-практических конференциях «Теория и практика инновационного развития в представлениях нового поколения» (г. Барнаул, 2015-2016гг.), а также на ежегодных научных семинарах кафедры гидравлики, с/х водоснабжения и водоотведения Алтайского государственного аграрного университета.

**Личный вклад соискателя** состоит в обосновании идеи работы и ее реализации путем постановки цели и задач исследования, непосредственного участия в выполнении аналитических и экспедиционных исследований, разработке проектных решений с использованием САПР, а также обобщения результатов исследований и разработки рекомендаций по их использованию, внедрению результатов исследований.

**Публикации.** Основные результаты исследований опубликованы в 9 печатных работах, в том числе 3 публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Тема диссертационного исследования соответствует формуле и области исследований паспорта специальности Высшей аттестационной комиссии РФ 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель», а именно: п. 10. Исследование



и разработка методов, способов и техники мелиорации земель лесного и водного фондов, населенных пунктов, промышленных, рекреационных, оздоровительных земель, земель обороны; п. 15. Исследование этапов рекультивации земель (подготовительного, технического, биологического), оптимального рекультивационного режима восстанавливаемых земель;

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и библиографического списка из 161 наименований, содержит 130 страниц текста, в том числе 9 таблиц и 33 рисунка.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность научному руководителю д.с-х.н. В.И. Заносовой за ценные советы и замечания, коллективу ООО «Центр инженерных технологий» за постоянную помощь при написании работы; благодарит за высказанные замечания и помощь при оформлении работы сотрудников кафедры гидравлики, с/х водоснабжения и водоотведения АГАУ и выражает искреннюю благодарность директорам ООО «Центр инженерных технологий» Яковченко Тимуру Геннадьевичу и Жорову Виктору Алексеевичу, за оказанную помощь при проведении экспедиционных исследований.

## **Глава 1. Проблемы рекультивации земель в обеспечении устойчивого состояния природных ландшафтов**

Вопросами воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду и природные ресурсы занимались такие исследователи как: М.И. Агошкова (1936г.), Н.В. Мельникова (1948г.), А.А. Арбатова (1981г.), В.Д. Горлова (1981г.), В.Н. Мосинца (1982г.), М.Э. Кябби (1984г.), П.И. Томакова (1986), Л.А. Пучкова (1987г.), К.Н. Трубецкого (1994г.), Г.И. Грицко (1997г.), В.А. Харченко (2000г.), М.Е. Певзнера (2001г.), М.А. Ревазова (2001г.), В.В. Ржевского (2010г.) и др. [38-51]. В своих работах авторы выделяют комплексный, длительный и многоплановый характер взаимодействия окружающей среды и природных ресурсов и горной промышленности.

Исследования по прикладным аспектам изучаемой проблемы нашли отражение в научных трудах гидрогеологов (П.П. Клименко, А.З. Зайцев, Н.И. Плотников, В.А. Мироненко, и др.), инженеров-геологов (В.А. Николаев, В.И. Овденко, И.С. Комаров, Т.Н. Кашковский, И.В. Попов и др.), горных инженеров (Л.А., Пучков, Е.Л. Счастливец, Ю.В. Шувалова, К.Н. Трубецкой, А.Н. Еременко, Н.Н. Чаплыгин, Д.Р. Каплунов, и др.), экологов (В.И. Вернадский, Ю.Одум, Н.Ф. Реймерс, Б. Небел, Н.Н. Моисеев, и др.).

Основными факторами воздействия горной промышленности на природные ландшафты является строительство шахт, отвалов, карьеров, хвостохранилищ и других объектов. Последствиями такого воздействия являются физико–механические, геодинамические, гидрологические, химические и термические изменения в окружающей природной среде. В результате происходит трансформация рельефа местности, геологической структуры массива горных пород, колебание уровня и направления движения подземных вод, изменение гидрографической сети и водного режима, снижение качества поверхностны и подземных вод.

На территории Кемеровской области имеются весомые запасы водных ресурсов, которые создают требуемые предпосылки для развития и размещения промышленности, сельскохозяйственного производства и других видов народного хозяйства.

Обобщая результаты проведенной оценки, «состояние водных объектов и экологическая ситуация на большей части территории Кемеровской области оценивается как «кризисная», а в районах наиболее интенсивного техногенеза – как «катастрофическая». Даже в районах минимального (для области) техногенеза ситуация с качеством вод является «критической»» [52, с. 33].

### **1.1 Особенности формирования природно-техногенных систем**

В последнее время в смежных науках используются различные термины, характеризующие такое понятие как геосистемы. Чаще всего это сходные по смыслу и близкие по содержанию термины. Понятие «геосистема» было предложено Б.В. Сочава в 1963г. и понималось как природное образование, возникающее в сфере наземной жизни и в сфере морей и океанов. В дальнейшем А.Г. Исаченко отмечал, что «природный географический комплекс или геосистема – есть особого рода материальная система, состоящая из взаимообусловленных географических компонентов, взаимосвязанных в своем размещении и развивающихся во времени как части целого» [53]. В свою очередь А.М. Котельников отметил, что помимо природных систем так же параллельно развивалось учение и о природно-техногенных системах. В.С. Преображенский в 1967 г. обосновал их как совокупность природных (в том числе искусственно созданные и естественные, изменённые в процессе действия техники) и технических частей взаимосвязанных и функционирующих как единое целое. Чаще всего к природно-техногенным системам относят различные населенные пункты (города, поселки, села) совместно со их развитой инфраструктурой, различные промышленные и сельскохозяйственные предприятия, рекреационные системы, гидротехнические сооружения и др.

Исторически сложилось, что геосистемы, при формировании и решении за-

дач в рамках концепции природопользования, рассматриваются как территориальные природно-хозяйственные системы (ПХС) и «природно-хозяйственные территориальные системы» (ПХТС). В свою очередь, в сфере природообустройства геосистемы формируются для решения задач (в зависимости от объекта): как природно-техногенные системы (ПТС), природно-техногенные комплексы (ПТК) или природно-технические системы (геотехсистемы) (ГТ).

Стоит отметить, что ПТС существенно преобразовали ту природную среду, которая существовала задолго до появления человека. С давних времен (начиная с VIII века до н. э.) горнодобывающие предприятия в той или иной степени оказывало влияние на состояние биосферы. К тому же и сейчас, площадь оказываемого влияния на нее в несколько раз превосходит масштабы самой ПТС.

На формирование природно-техногенных системы оказывают влияние как естественные, так и антропогенные факторы. Таким образом можно сказать о двойственности данных систем. Естественные, природные особенности данных систем на протяжении всего периода существования ПТС изменяются, и постоянно находятся под воздействием антропогенных факторов. В то же время, функционирование данных систем изначально предопределенно природными условиями, в которых эти системы находятся. Наименьшим изменениям на протяжении всего существования ПТС могут быть подвержены компоненты ландшафта, такие как рельеф, геологическое строение, климат и до некоторой степени природные воды. Эти, практически неизменные, природные особенности вносят весомый вклад в общее состояние природно-техногенной системы.

ПТС – уникальная система, которая охватывает все многообразие взаимоотношений инженерных сооружений и компонентов природной среды. В свою очередь это позволяет выделить множество типов ПТС, каждая из которых определяется многими факторами. Основными из них является тип инженерного сооружения (объекта) и ландшафтно-климатические условия природной среды.

Так, например, среди особенностей ПТС месторождений твердых полезных ископаемых в качестве сооружения (объекта) могут выступать шахтные поля или горные выработки со всей их инфраструктурой, а в качестве природной среды

объем массива горной породы, в котором происходит изменение естественных условий в процессе строительства и эксплуатации сооружения. В данном случае область взаимодействия формируется в конкретных физико-географических (рельеф, гидрология, климат и биота), геолого-структурных и гидродинамических условиях, которые характеризуются набором компонентов, определяющих особенности и тенденции процессов изменения природной среды [54].

## **1.2 Нарушение земель при открытых горных работах**

Под техногенным нарушением земель понимается процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других видах работ, приводящих к изменению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель.

Условно все виды нарушений можно разделить на 3 вида: физическое, химическое и механическое. К физическим нарушениям земель при открытых горных работах можно отнести деформацию поверхности, ухудшение структуры почвы из-за обезвоживания или заболачивания, а также изменение природного ландшафта. Химическое загрязнение подразумевает загрязнение земель кислыми, высокоминерализованными, шахтными водами, шламами и хвостами. Механическое загрязнение подразумевает загрязнение пылевыми выбросами технологических производств, загрязнение земель отвалами, хвостохранилищами.

Изменения, происходящие с поверхностью при открытых горных работах, практически всегда негативно сказываются на ее биологических, эрозийных, а также эстетических свойствах. Все эти изменения влекут за собой деградацию растительного покрова, а лишенная растительности земля еще сильнее подвергается ветровой и водной эрозии. Снижение плодородного слоя земли, его частичная или полная утрата делает участки поверхности малопродуктивными и практически не пригодными для лесного и сельского хозяйства. Открытые разработки месторождений, в свою очередь, характеризуются наиболее обширными ландшафтными

нарушениями, причем большая их часть представляется в виде отвалов вскрышных пород, располагаемых за пределами карьерных полей.

Стоит отметить и негативное воздействие горных работ на водосборную площадь бассейнов малых рек, которое заключается в нарушении естественных процессов формирования поверхностного стока.

Горные работы могут оказывать огромное влияние на формирование речного стока причем как в пользу увеличения, так и его сокращения. Сбросы шахтного или карьерного водоотлива могут регулировать не только объемы питания реки, но и приводят к сокращению запасов подземных вод. Осушение месторождений приводит к сокращению ресурсов природных вод, которое отражается в уменьшение речного стока, сокращению дебитов скважин, колодцев, родников.

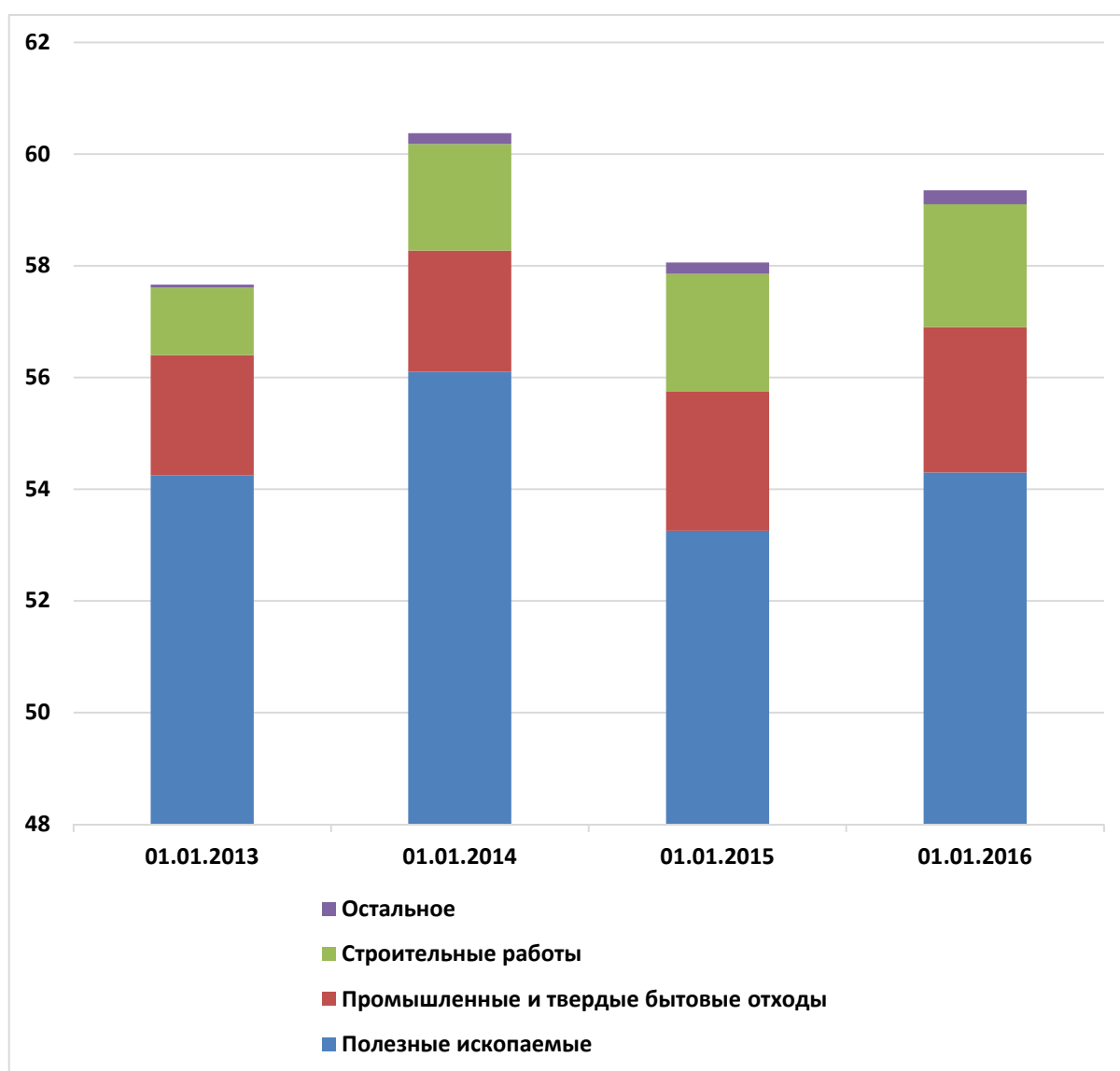
Сокращают свою производительность или выходят из строя водозаборы подземных вод, попавшие в зону депрессионных воронок при осушении горных выработок. При этом нарушаются условия питания поверхностных водоемов и водотоков, формируются мощные техногенные зоны аэрации, следствием которых является нарушение естественной влажности почв, просадки и изменение химического состава подземных вод [55].

Применительно к району исследования, можно подчеркнуть, что больше всего угольными карьерами нарушены земли в окрестностях городов Новокузнецк, Прокопьевск и Киселевск. Именно к этому, наиболее урбанизированному и промышленно освоенному району Кузбасса, отнесен самый крупный в бассейне р. Томи очаг загрязнения не только поверхностных, но и подземных вод.

К настоящему времени, точных данных отражающих реальное количество нарушенных земель в Кузбассе нет. Так, согласно статистическим данным, на начало 2015г. общее количество нарушенных земель составляет более 58 тысяч га. Из них наиболее масштабные зоны нарушений обусловлены деятельностью предприятий по добыче полезных ископаемых. При этом, как утверждают в департаменте природных ресурсов и экологии, в области, по данным статистической отчетности, площадь нарушенных земель составляет сегодня 33,6 тыс. га, из них при

разработке месторождений полезных ископаемых – 29,2 тыс. га. Иного мнения придерживаются другие эксперты, по их мнению, общая площадь нарушенных земель уже давно «перевалила» за 100 тыс. га. В свою очередь, согласно статистике, утверждается, что в Кемеровской области каждый год выбывает 1,0–1,5 тыс. га, а восстанавливается всего 200–300 га [37].

Динамика числа нарушенных земель согласно докладу о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2013-2016 гг. представлена на рисунке 1 [56].



**Рисунок 1. Нарушение земель Кемеровской области по отраслям воздействия, тыс. га**

При осушении горных выработок откачиваются большие объемы воды, что является причиной формирования вокруг промышленных площадок депрессионных воронок радиусом в десятки километров. Часто для добычи одной тонны полезного ископаемого приходится откачивать десятки и даже сотни тонн воды. Результатом этого становится ухудшение водного баланса крупных территорий. Так, производственная деятельность ОАО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» привела к необратимым гидрогеологическим явлениям регионального масштаба.

«Развитие угледобывающих предприятий Восточного Кузбасса потребует более интенсивного использования разведанных запасов месторождений подземных вод Талдинского (4,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Ерунаковкого (3 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Бунгарапского (39 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Ильинского (2 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Караканского (3,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Ускацкого (4,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут)» [37]. При этом обнаруживается проблема переоценки их ресурсов и научно обоснованной программы их использования, поскольку они находятся в зонах интенсивных горнодобывающих работ.

В свою очередь, закрытие угольных шахт методом затопления (прекращение водоотлива) приводит к уменьшению размеров депрессионных воронок и изменению направлений разгрузки загрязненных подземных вод.

Таким образом, горная промышленность комплексно и многопланово воздействует на окружающую среду. В первую очередь стоит отметить значительную потерю почвы и травянистой, древесно-кустарниковой растительности на значительных сельскохозяйственных и лесных территориях, значительно превышающих лицензионные границы угледобывающих предприятий, также происходит нарушение гидрологического режима, загрязнение водосборных бассейнов водных объектов продуктами переработки горных пород, кроме этого ухудшаются эстетические свойства данных территорий.

### **1.3 Рекультивация земель с точки зрения обеспечения экологической безопасности углепромышленных территорий**

Рациональное использования земельных ресурсов является одной из главных



проблем современности. Высокие темпы развития экономики, бурный научно-технический прогресс, равно как и быстрый рост промышленного производства приводит к расширению негативного влияния на окружающую среду. Изменения, происходящие в поверхностной части атмосферы и, главным образом, в почвенном слое, в первую очередь происходят под влиянием антропогенного фактора. В современном обществе, при таком развитии различных отраслей промышленности, охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов становится одной из главных задач государства и общества. В среднем, горнодобывающая промышленность, а именно добыча полезных ископаемых в нашей стране, характеризуется возрастающими темпами и объемами производства. Данные показатели достигаются за счет реконструкция старых и строительство новых предприятий горнодобывающей отрасли. Превалирующим способом добычи полезных ископаемых, считается прогрессивный, открытый способ ведения горных работ.

Ведение работ открытым способом добычи полезных ископаемых сопровождается строительством карьеров с мощным водоотливным оборудованием, а вскрышные породы, как правило, вывозятся за пределы горных выработок, тем самым изымая дополнительные территории. Объем вскрыши часто зависит от горно-геологических условий и может составлять до 4 кубометров на каждую добытую тонну полезного ископаемого. Для удаления мощной толщи рыхлых отложений часто применяются гидромониторы, которыми они размываются, а пульпа по трубопроводам транспортируется в гидроотвалы. Гидроотвалы, как правило, сооружаются в логах и долинах малых речек. Во время работы водоотлива горные выработки карьеров становятся областью разгрузки подземных вод. Вокруг них образуются воронки депрессии, распространяющиеся на значительные расстояния. Таким образом, при таком росте общая площадь нарушенных земель, требующих реабилитации, увеличивается примерно вдвое [57].

На сколько быстро развивается горная промышленность, так же быстро и увеличиваются площади, нарушенные горными выработками, отвалами вскрыш-

ных пород и отходов переработки. Эти территории представляют собой бесплодные участки земли, не пригодные ни для какого ведения хозяйства, а кроме того, негативно влияющие на экосферу.

Данные территории являются опасным источником заражения прилегающих площадей токсичными элементами и тяжелыми металлами в формах, доступных для животных и человека. Стоит отметить, что площади этих геохимически нарушенных земель часто в несколько раз превышают площади механически разрушенных почв и грунтов. В процесс горного производства вовлечены все виды природных ресурсов: земля, вода, атмосфера, а также недра и леса. Именно поэтому горнодобывающая промышленность является одной из самых природоёмких. Не столь важно просто ли они эксплуатируются, либо вовлекаются и нарушаются, все это вызывает различные экологические последствия.

Кузнецкий угольный бассейн является одним из крупнейших в России, как по количеству запасов угля, так и по его добыче. В планах на 2020 год увеличить объем добычи угля по сравнению с 2006 годом на 43 %. Таким образом, планируемый, общий объем добычи угля должен составить 250 млн. тонн ежегодно.

Кузнецкий бассейн расположен на уникальной в геологическом, ландшафтном, почвенном, биологическом отношении территории. Почвенный покров Кузбасса, по мнению И.М. Гаджиева, «представлен 11 типами, 33 подтипами, 100 родами и более 1500 видами почв. Биологическое разнообразие представлено более 1500 видами растений, 429 видами позвоночных животных. Оно обеспечивает сохранение природных экосистем, необходимых для стабильности окружающей среды, и является залогом поддержания необходимых экологических условий для жизни человека. Большая часть Кемеровской области вошла в Алтае-Саянский эко-регион – один из двухсот мировых территорий, характеризующихся повышенным биологическим разнообразием» [57].

Сохранение и поддержание такого биологического разнообразия при рекультивации земель, является наиболее приемлемым, с точки зрения обеспечения экологической безопасности данных территорий.

На юге Кузбасса, в горно-таежной его части (г. Междуреченск, Мыски, Осинники, Калтан) сосредоточены наиболее крупные по площади и объему вскрыши нарушения, однако размеры рекультивируемых участков угольных месторождений остаются незначительными. Рекультивация на данной территории практически не проводится, а если и проводится, то весьма ограничено. Отрицательным фактором здесь является длительно сохраняющаяся высокая каменистость состава вскрышных пород и практически полное отсутствие рыхлых вскрышных пород, необходимых для естественного восстановления разрушенных горно-таежных экосистем. Раздельная вскрыша и отвалообразование, максимальное сохранение рыхлых четвертичных отложений с высоким содержанием глинистой фракции и последующее их нанесение на скальные породы позволит улучшить водно-физические и агрохимические свойства корнеобитаемого горизонта. Помимо сосны и лиственницы, в качестве лесообразующих пород, возможно введение в состав сообщества ели, пихты и кедра.

В связи с нарушением водных объектов, почвенного покрова и самих нарушенных земель, особенно значимы природоохранные экологические функции биологической рекультивации на основе использования древесно-кустарниковой растительности. Для мелиорации корнеобитаемого слоя используются известные способы культуртехнической мелиорации. Рекомендуется создавать высокополнотные смешанные с лиственными породами лесопосадки, устойчивые к атмосферному загрязнению и обладающие хорошими, средообразующими качествами. Дополнительно необходимо проводить профилактические рубки ухода, уборку сухостоя и отставших в росте деревьев.

В тяжелых условиях угледобывающей промышленности необходима временная санитарно-гигиеническая рекультивация земель с использованием кустарников. Территории, нарушенные отвалами шахт, при высокой обугленности материала отвалов, могут быть склонны к самовозгоранию. Поэтому при рекультивации необходимо экранировать отвалы слоем суглинки.

Немаловажную роль занимает землевание поверхностей скальных отвалов при помощи грунтомета. Предпочтительно выполнять его плодородным слоем,

при отсутствии такового, можно использовать потенциально плодородные породы. Для создания на поверхности отвала травянистого покрова используют гидропосев многолетних трав.

Немного другие мероприятия следует производить при рекультивации карьерных выемок. В отличие от рекультивации отвалов вскрышных пород, рекультивация карьерных выемок может производиться для целей водного и рыбного хозяйства, а также для рекреационного направления.

При выборе цели рекультивации следует учесть обводненность карьера. Карьерные выемки после своей отработки могут быть сухими, переувлажненными и затопленными водой. Важными условиями для сельскохозяйственного использования карьера является площадь, занимаемая карьером; грунтовые воды должны иметь хорошие гидрохимические показатели, не являться токсичными, либо засоленными; в доступности должен иметься отвал плодородного грунта (содержание гумуса более 2%) для землевания. Более лояльные требования предъявляются при лесохозяйственном использовании карьера (водорегулирующего, либо противозерозионного назначения). Здесь необходимо только наличия резерва почвы (с содержание гумуса более 1%) для землевания дна карьера» [57].

Существуют определенные особенности при проведении горных работ на территориях избыточного переувлажнения. Особое внимание здесь стоит уделить правильной организации поверхностного стока. Откосы отвалов стоит выколачивать до необходимого уклона, кроме того, при необходимости, возможно проектирование осушительной сети. Данные мероприятия позволяют установить необходимый благоприятный гидрологический и гидрогеологический фон.

Таким образом, стоит еще раз подчеркнуть, что восстановление, сохранение и поддержание биологического разнообразия при рекультивации земель, является необходимым с точки зрения обеспечения экологической безопасности данных территорий.

## **1.4 Оценка экологического состояния водосборных территорий малых рек региона**

При мониторинге, гидрологические исследования направлены на изучение гидрохимических и гидродинамических параметров и процессов, отражающих состояние и динамику поверхностной гидросферы.

Анализ существующего положения по малым рекам Кемеровской области определил необходимость проведения оценки водных объектов по двум направлениям:

- оценка качественного состояния речных вод;
- оценка состояния водосборных территорий.

Наблюдения за гидрологическим и гидрохимическим состоянием поверхностных водных объектов на территории Кемеровской области проводятся Кемеровским ЦГМС – филиалом ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в 27 пунктах на 19 водных объектах (18 рек и 1 водохранилище).

Анализ причин нарушения работы природно-техногенных комплексов и решение задач обеспечения природоохранных мероприятий при их эксплуатации позволит уменьшить степень экологической напряженности на малых реках, обусловленную техногенными нагрузками, вызывающими существенные изменения гидрологического и гидрохимического режима рек.

Состояние малых рек в огромной степени зависит от антропогенных нагрузок на водосборные территории и долинно-русловой комплекс водотоков. Анализ экологического состояния водосборов малых рек следует проводить по степени освоения территории и нарушенности природно-техногенных комплексов.

Среди основных проблем водосборов малых рек можно выделить следующие:

- постоянно увеличивающееся загрязнение и захламление огромных площадей водосборов. Все это в последствии приводит к хроническому загрязнению водотоков. Особенно остро стоит вопрос загрязнения от рассредоточенных источников;

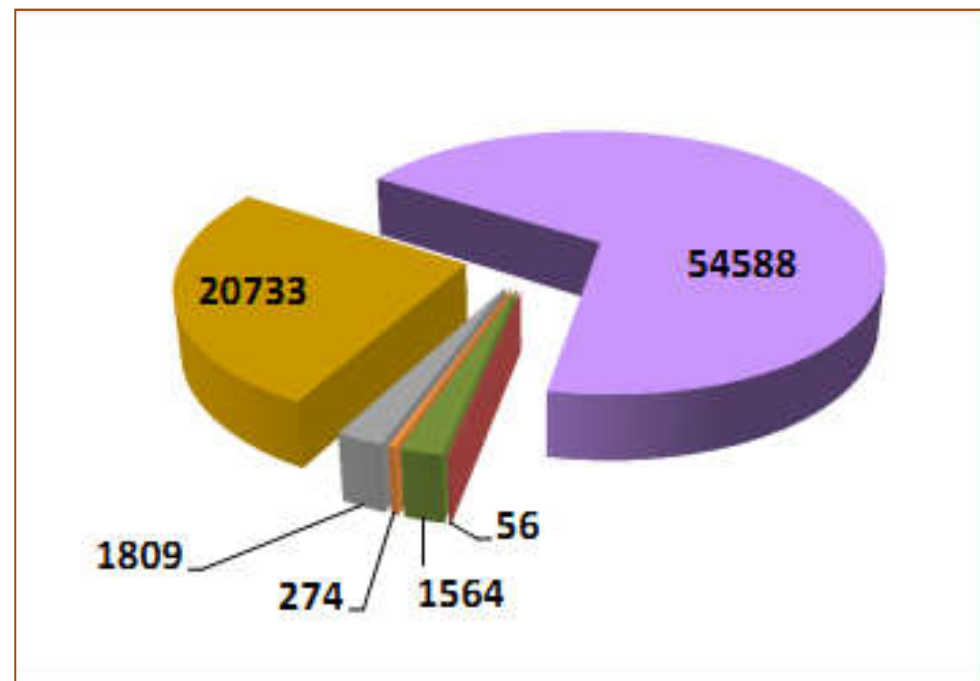
– нерациональное природопользование. Современные тенденции направлены на чрезмерное регулирование поверхностного стока с водосбора множеством прудов и малых водохранилищ;

– процессы водной эрозии на водосборе, которые во многом обусловлены ландшафтными особенностями регионов и хозяйственной деятельностью на них;

В настоящее время, большинство водосборов малых рек в пределах Кемеровской области, подвергаются коренным изменениям в результате интенсивной горнодобывающей деятельности. При разработке угольных месторождений вырубаются леса и нарушается почвено–растительный покров водосборных площадей в результате строительства отвалов, шахт, карьеров, дорог и т.п., что влечет уменьшение площади водосбора (рис. 2). В долинах рек создаются отвалы пустой породы, сооружаются отстойники и другие объекты, нарушающие гидрологический режим и объем стока рек, подтапливаются территории в результате склоновых процессов [58, 59].

Неуправляемое хозяйствование в долинах реки и их водосборных площадей запустило процессы заиливания русла рек, обмеление фарватеров, и как следствие изменение рисунка гидрографической сети.

Увеличение техногенных нагрузок на водосборах рек неизбежно ведет к значительному преобразованию гидрологических процессов. Под гидрологическим режимом водосборов малых равнинных рек понимается закономерные изменения структуры их водного баланса и обуславливающих ее гидрологических, гидрохимических и гидротермических процессов.



**Рисунок 2. Распределение земельного фонда тыс. га (а) и нарушенных земель по категориям, га (б) на конец 2016г.**

Гидрологический режим рек трансформируется во времени и пространстве. Под этим следует понимать изменение количества воды, уровня воды, скорости течения потока по временам года в многолетнем разрезе и на различных участках реки.

Изменение водосборных бассейнов малых рек привели к повышению объема поверхностного стока и сокращению подземного. Такое перераспределение поверхностного стока повлекло за собой различные изменения, приведшие в конечном итоге к деградации малых рек. Увеличение числа территорий подверженных почвенной и овражной эрозии является следствием роста объема поверхностного стока. В конечном итоге вся масса продуктов эрозии попадает в речную сеть, тем самым значительно увеличивая заиление. Снижение фильтрации талых и дождевых вод на нарушенных горными работами территориях, привело к падению уровня водоносных горизонтов, сокращению меженного стока малых рек вплоть до полного прекращения и высыханию источников.

К настоящему времени, горнодобывающая промышленность Кемеровской области уничтожила 200 из 913 малых рек, которые протекают на территории региона, действующая речная сеть сократилась на 365 км [60].

Тесная пространственная и временная зависимость модулей меженного стока и уровня грунтовых вод свидетельствует о том, что уменьшение фильтрации и подземного питания рек является главной причиной их деградации. Реки пересыхают даже там, где поступление продуктов бассейновой эрозии в их русла не происходит или очень ограничено. В различных геологических и гидрогеологических условиях эта деградация протекает неодинаково.

На сегодняшний день существует большое количество информации о сокращении водосборных площадей, уменьшении величины либо полном уничтожении рек. Так, например, в результате горнодобывающей деятельности Краснобродского угольного разреза прекратили свое существование некоторые притоки Кривого Уската, впадавших на участке русла от верховья до впадения р. Карагайлинки: р.



Левый и Правый Кривой Ускат, Бахтарма (Бахтахта). Существенно изменили свои водосборы реки Кривой Ускат, а также рек Черта, Карагайлинка и других [61, 62].

Влияние сточных дренажных вод на качество речных вод наблюдается в створах шахт: «Шушталепская» – р. Кондома; «Пионерка» – р. Б. Бачат; «Бунгурская» – р. Бунгурка; «Имени Вахрушева» – р. Аба, «Димитрова» – р. Аба; «Байдаевская» – р. Гаршина; «Имени Шевякова» – р. Ольжерас. Ежедневный сбрасывается более 1 млн. м<sup>3</sup> сточных вод шахт и разрезов Кузбасса [61].

Оценки экспертов указывают, что «при освоении Восточного Кузбасса к 2020г. для реки Черный Нарык ущерб поверхностному стоку может составить 10%; для реки Еланный Нарык при учете максимального расхода реки ущерб составит 20%; а в случае учета минимального расхода величина питания в 5 раз превысит расход» [61 С.129]. При переходе реки Кыргай в контур питания подземных вод под воздействием шахтного водоотлива сбросы шахтных вод могут составить в межень основной сток реки.

Колебание стока малых и средних рек приводит с одной стороны, к сокращению их естественного грунтового питания, с другой стороны – дренажные воды сбрасываются неочищенными с расходами, превосходящими их меженные расходы в 2,5 – 6,0 раз, что приводит к деградации экологического состояния малых водотоков [63].

Следует отметить, что задача количественной оценки и прогноза влияния горнодобывающей деятельности на гидрологический цикл очень сложна. Это обусловлено тем, что на водосборе действует множество факторов хозяйственной деятельности, последствия которых нередко носят противоположный и многовариативный характер. Кроме того, эти воздействия накладываются на естественные природные процессы. Третьим фактором, усложняющим решение задачи, является определенная трудность получения информации о характере антропогенной деятельности, которая часто не систематизирована или вообще отсутствует. Существует еще одна проблема водосборов, связанная с малыми и средними реками, особенно в горной зоне. Это – задержание стока на подступах к реке, т.е. часть стока с водосборного бассейна в значительных объемах не доходит до реки.

Таким образом, исследования эколого-гидрологической специфики малых рек с учетом современной структуры природопользования в регионе выделяют в число актуальных научных направлений. Проблема объективной оценки осложняется недостатком многолетних регулярных гидрометеорологических наблюдений в пределах малых рек. Кроме того, с учетом отмеченных выше пространственных и структурно-функциональных особенностей природно-техногенных комплексов малых рек, необходимо обратить внимание на сложность оценки роли отдельных факторов изменения водосборных территорий при проектировании водоохраных мероприятий. Разработка проектных решений для экологической реабилитации водосборных бассейнов должна осуществляться с использованием современного вычислительного, математического моделирования и эффективных информационных технологий.

### **1.5 Природно-техногенные системы малых рек**

Малые реки являются наиболее распространенным видом водных объектов и главной составной частью наземной гидрографической сети. Они имеют большое значение в формировании окружающей природной среды, определяя гидрологический, биологический и гидрохимический режим средних и больших рек.

Но именно экологическое состояние малых рек и водотоков в результате серьезной антропогенной нагрузки часто определяется как катастрофическое.

Малые реки следует выделять как наиболее уязвимых водные объекты. Малые размеры, а, вследствие этого, невозможность противостоять влиянию разносторонней хозяйственной деятельности человека на протяжении многих лет, приводит к негативным качественным и количественным изменениям водных экосистем. Таким образом, защита малых рек – одна из первоочередных мер, требуемых для улучшения состояния окружающей природной среды [63, 64, 65].

В связи с вышесказанным, стоит отметить, что неизбежно возрастает техногенное воздействие на природную среду, в результате чего происходит замена природных экосистем природно-техногенными.

Большой отрицательный вклад в процессы деградации и уничтожения малых рек на территории Кемеровской области дает горнодобывающая промышленность, особенно при открытой добыче угля, с образованием в зоне действия объектов техногенных ландшафтов. Основные нарушения растительного покрова при открытой добыче угля связаны с созданием шахт, карьеров и отвалов пустой породы.

К настоящему времени подавляющее большинство существующих ПТС на малых реках относится к стихийному виду. Основными примерами являются водно-болотные массивы, образовавшиеся при сбросе неочищенных ливневых, сточных и шахтных вод в водный объект. Развитие данных ПТС идет путем деградации окружающей среды.

Реальная система техногенно–нагруженных, пойменных и прибрежных территорий, включает в себя фрагментированную цепочку изменённых хозяйственной деятельностью человека площадей и частично сохранившееся природное растительное сообщество, в различной стадии антропогенной дегрессии. Долины малых рек деградированы и трансформированы, большая их часть подвержена эрозионным и оползневым явлениям, некоторые участки водоохраных зон завалены бытовым мусором и частями деревьев. Можно отметить, что такое отношение сложилось в результате того, что прилегающие территории не представляют какого-либо сельскохозяйственного интереса и относятся к ним соответственно, как к «бесхозным неудобьям». Их освоение требует больших финансовых вложений и реализации дорогостоящих инженерных решений. Кроме этого, эти территории охраняются природоохранным законодательством, которое ограничивает возможность ведения на данной территории какой-либо хозяйственной деятельности. Таким образом, на данных участках можно заметить различную степень деградации биогенезов, а иногда и полную их ликвидацию [66].

В данном случае возникает необходимо переходить к регулируемым ПТС, где экологическое равновесие регулируется с помощью специальных инженерно-технических систем. Развитие способов и методов реконструкции малых рек как раз и позволяет достигнуть поставленных целей.

Важно отметить, что анализ исследований и технологических приемов по восстановлению русел малых рек позволит определить главные условия для экологически устойчивого существования речной сети на техногенно-нарушенных территориях. Под экологически устойчивым состоянием реки понимается возможность использования ее в целях рекреации и непромышленного рыболовства, а также для сельскохозяйственных нужд населения, не нарушая при этом экологического равновесия.

### **1.6 Анализ исследований по восстановлению русел малых рек, нарушенных горными выработками**

Как было установлено ранее, среди всего многообразия природоохранных мероприятий отдельное место занимает проблема охраны и экологической реабилитации малых рек и их водосборных площадей [65]. В настоящее время, малые реки не способны сдерживать своим природным потенциалом самоочищения техногенные нагрузки, получаемые от потребителей, максимально приближенных к ним. На сегодняшний день, в России, как и во всем мире, отмечается негативное состояние всех верхних звеньев речных систем – малые реки приходят в упадок и деградируют. Основной причиной таких последствий является многообразная деятельность человека: различного рода строительство, бесконтрольное сведение лесов, откачивание подземных вод и падение уровня грунтовых вод, сброс отходов промышленного и сельскохозяйственного производства и накопление в донных отложениях малых рек опасных биогенных химических загрязнений [67, 68].

«Интенсификация горного производства в регионе, которая сопутствует увеличению производительности предприятий и строительство глубоких шахт и карьеров, резко повышает значение теории и практики водоотлива, осушения месторождений и отвода русел рек» [63].

Опыт ведения горных работ в поймах рек, показал целесообразность применения руслоотводных каналов. Строительство такого канала зачастую сопровождается огромными финансовыми вложениями не только в строительные работы, но и на разработку проектной документации и рекультивационные работы [69]. После

окончания всех работ требуется выполнить полное восстановление нарушенных земель, в соответствии с нормами ГОСТ 17.5.3.04– 83 «Общие требования рекультивации земель». Работы подразумевают создание искусственных русел рек, либо восстановление нарушенных водотоков [70].

При проектировании нового, искусственного русла необходимо соблюдать соответствующие природоохранные и другие законодательные требования. Так же, немаловажным является анализ всех видов причин нарушенной гидрографической сети, и рассмотрение всех необходимых аспектов по проектированию и проведению инженерно-экологических работ в долинах рек.

Русла рек и их притоков восстанавливаются после окончания разработки месторождения. Ось проектных русел наносится по наиболее низким отметкам участка долины. Новое русло строится путем засыпки карьеров, где в качестве грунта могут использоваться вскрышные породы, а также выколаживанием внешних отвалов грунта. Для исключения размыва восстановленного русла необходимо укреплять его откосы и дно валунно-галечным материалом [71].

Рекультивацию нарушенных земель прибрежных территорий целесообразно проводить с учетом специфики и естественного расположения водотока на территории, то есть проектное русло должно, по возможности, идеально соответствовать первоначальному (естественному). При проектировании нового русла особое внимание следует уделить спрямлению и выправлению русла (исключения меандр), ликвидации многорусловости и временных проток, а также возвращение русла на его естественное положение. [71]. Для строительства нового русла может быть использован весь объем пустых пород, кроме этого возможно доставка материала с близлежащих карьеров. Создаваемый рельеф необходимо максимально приблизить к естественному первоначальному ландшафту данной местности. Необходимо обеспечить плавное сопряжение проектного и старого русла для исключения возможности процесса заиления.

К основным мероприятиям, обеспечивающим нормальное функционирование малой реки в после рекультивационный период, относится обеспечение высокой степени проточности и выполаживание надводной и подводной части берегов [72].

Следует отметить, что к настоящему времени, при восстановлении русел рек, нарушенных горными выработками, отсутствуют какие-либо точные требования к технологии производства работ, связанных с реконструкцией, как проектируемого русла реки, так и прилегающих к нему территорий [73].

В природно-климатических условиях рассматриваемого региона для оказания благоприятного воздействия на экологическое состояние рекультивируемого водотока, возможно предусмотреть создание искусственных водоемов в пределах прибрежных территорий [74]. При этом необходимо обеспечить возможно использовать его в качестве зимовальных ям, следовательно, глубина, создаваемого водоема, должна составлять порядка 4-6 м. При такой глубине исключена возможность промерзания водоема до основания.

Малые реки остаются наименее изученными и наиболее уязвимыми от внешних воздействий водными объектами, в связи с этим возникает необходимость разработки и конкретизирования требований, а также установления рекомендаций к восстановлению нарушенных русел рек [75, 76].

Анализ исследований и технологических приемов по восстановлению русел малых рек позволяет определить несколько условий для экологически устойчивого существования речной сети:

- максимальное сохранение естественных речных долин, обеспечивающих саморегуляцию природно–техногенного комплекса. Бессистемное спрямление, выправление или перенос русел, бетонирование склонов могут нарушить условия саморегуляции системы;
- неразрывность речной сети. Необходимо не допускать забор участков реки в коллекторы, захламление речной сети приводит к фрагментации прибрежных территорий, подтоплению и затоплению прибрежных территорий, и в целом ускоряет разрушение биогеоценоза;

– обеспечение связи пойменных и прибрежных территорий с крупно-площадочными объектами, такими как карьерные выемки, шахтные поля и т.п.

### **Выводы по главе 1.**

1. Отсутствие должной информации не позволяет принимать своевременные оперативные инженерно-технические и технологические решения. Несмотря на то, что бурно развивается процесс обмеления многих малых рек, в настоящее время, по существу, не проводятся противоэрозионные и лесовосстановительные мероприятия на водосборных территориях. Причем главный недочет заключается в том, что даже если осуществляются какие-либо природоохранные мероприятия, то они, как правило, бессистемны и фрагментарны.

2. Одним из основных действий и направлений, нацеленных на восстановление и реабилитацию малых рек, является разработка конкретных мероприятий:

– совершенствование методов, способов и технологии, повышение качества и надежности проектирования, строительства и эксплуатации инженерно-экологических систем;

– последовательная и системная очистка русел рек и акваторий водоемов;

– реабилитация прибрежных территорий.

3. Задачи по восстановлению, сохранению и экологической реабилитации малых рек необходимо решать в комплексе с мероприятиями по рекультивации и благоустройству прибрежных территорий, которые формируют качество и состояние не только самих водотоков, но и окружающего ландшафта.

## Глава 2. Природные условия региона в условиях техногенного воздействия

Площадь Кемеровской области насчитывает порядка 95,7 тыс. кв. км (что составляет 4 % территории Западной Сибири или 0,6 % территории России) и располагается в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, в основном в пределах бассейна реки Томь. В современных границах была образована 26 января 1943 года (рис. 3).



Рисунок 3. Физическая карта Кемеровской области



Среди всех субъектов Сибирского федерального округа, Кемеровская область является наиболее урбанизированной. Разработка месторождений каменного угля и быстрое развитие ресурсоемких отраслей перерабатывающей промышленности (металлургии, коксохимии и др.), подстегнуло быстрый рост городов. Но в связи с этим, регион характеризуется обширным спектром изменений всех природных составляющих биосферы, включая экологические функции географической среды.

## **2.1 Физико-географический обзор**

Климатические, физико-географические, геологические и гидрогеологические условия Кузбасса, его полезные ископаемые рассмотрены в монографиях и статьях Г.М. Рогова, М.А. Кузнецовой и др. (1972), В.П. Парначева (1996), В.К. Попова (1998), и др. [77-80]. Отдельные точки зрения в сфере геологических проблем Кузбасса обсуждаются в трудах Г.М. Рогова, М.И. Кучина, П.А. Удодова, В.К. Попова, В.П. Девятова, В.Е. Ольховатенко, В.Р. Савицкого, В.П. Дегтярева, В.А. Антоновой, Я.М. Гутака, С.А. Родыгина, Г.Н. Багмет, М.Ф. Габовой, Ю.С. Надлера, Г.Н. Шарова и др. [81-87].

Огромное влияние на климат Кемеровской области оказывает континент, так как она находится на большом расстоянии от океанов и тёплых морей. Воздушные массы Атлантики, приходящие с запада, являются единственным источником влаги данной территории. [88].

Большую роль в формировании климата Кемеровской области и всей Западной Сибири оказывает ее защищенность с запада и востока хребтами и возвышенностями и отсутствие такой защищенности с севера и юга. Следствием этого является свободный воздухообмен и осуществлению меридиональной циркуляции, которая дает наиболее существенные нарушения в распределение давления и вызывает ярко выраженные, скачкообразные изменения температуры.

Большую часть года Западная Сибирь находится под влиянием области высокого давления. Господствуют ветра южного и юго-западного направлений, несущие холод и сухость.

Резко континентальный климат, характерный для данной территории, характеризуется частой переменчивостью погоды, а в зимний период преобладают сильные ветра, перерастающие в метели, снегозаносами, и, в целом, преимущественно суровой зимой с постоянными отрицательными температурами воздуха. Летом же, главенствует интенсивная солнечная радиация и жара.

Большую часть времени занимает зима, которая продолжается порядка 5-6 месяцев. В первой (с ноября до половины декабря) трети зимы наблюдается переменчивая погода с ветрами порой перерастающие в снегопады, но также кратковременные потепления. За эту треть выпадает половина зимней нормы осадков. Вторая треть зимы (с половины декабря до половины февраля) отмечается самым холодным и суровым периодом, температурные минимумы и сильные ветра – основной показатель данной трети. Заключительная треть (с половины февраля до начала апреля) схожа с первой, но, стоит выделить, чуть большее количество солнечных дней. Заметно резкое различие погоды зимнего периода по годам.

Весна в Кемеровскую область приходит с началом апреля. На данной территории устанавливается сухая, но ветреная погода. Начинает возрастать интенсивность солнечной радиации. Уходит Азиатский антициклон, а его место занимают теплые воздушные массы. Тем не менее, иногда происходят кратковременное понижение температуры, не редки и заморозки. Большую часть времени, особенно во второй половине весны, осадки выпадают в виде дождя, но при понижении температуры до -20 градусов, возможно выпадение осадков в виде снега.

Лето начинается в июне. Прекращается выпадение осадков, что может быть характерно засухами, погода становится ясной и теплой. Июль отличается наиболее жарким месяцем. Температура воздуха в этом месяце может достигать +35 градусов. Жаркой погоде июля свойственно большое количество осадков в виде не-

продолжительных ливневых дождей и гроз. В августе продолжительность и количество дождей увеличивается, ночью может выпасть роса, иногда происходят и заморозки.

Осень в Кемеровской области начинается в начале сентября. Она не продолжительная. В данное время года погода стоит сухая и солнечная, но ночью иногда случаются заморозки. Идет постепенно снижение температуры, но к середине сентября возможен возврат тепла, называемые «бабьим летом». В это время погода, как и летом отмечается сухой, пусть и не на столько, но теплой погодой. К концу сентября, началу октября погода снова изменяется. Она становится дождливой с пасмурными днями, а к концу октября усиливается Азиатский антициклон, и температура очень быстро понижается. В это время возможны осадки в виде мокрого снега, а уже к ноябрю устанавливается устойчивый снежный покров, и начинается зима.

Основной объем осадков выпадает в виде дождя летом. Количество осадков в год составляет - от 300 до 500 мм, в горных районах - до 900 мм. Высота снежного покрова колеблется в пределах от 16 (Тисуль) до 115 см (Кондома) и более. Среднемесячные скорости ветра составляют порядка 5 - 6 м/с, а годовые от 1,4 (Усть-Кабырза) до 4,9 м/с (Ижморск).

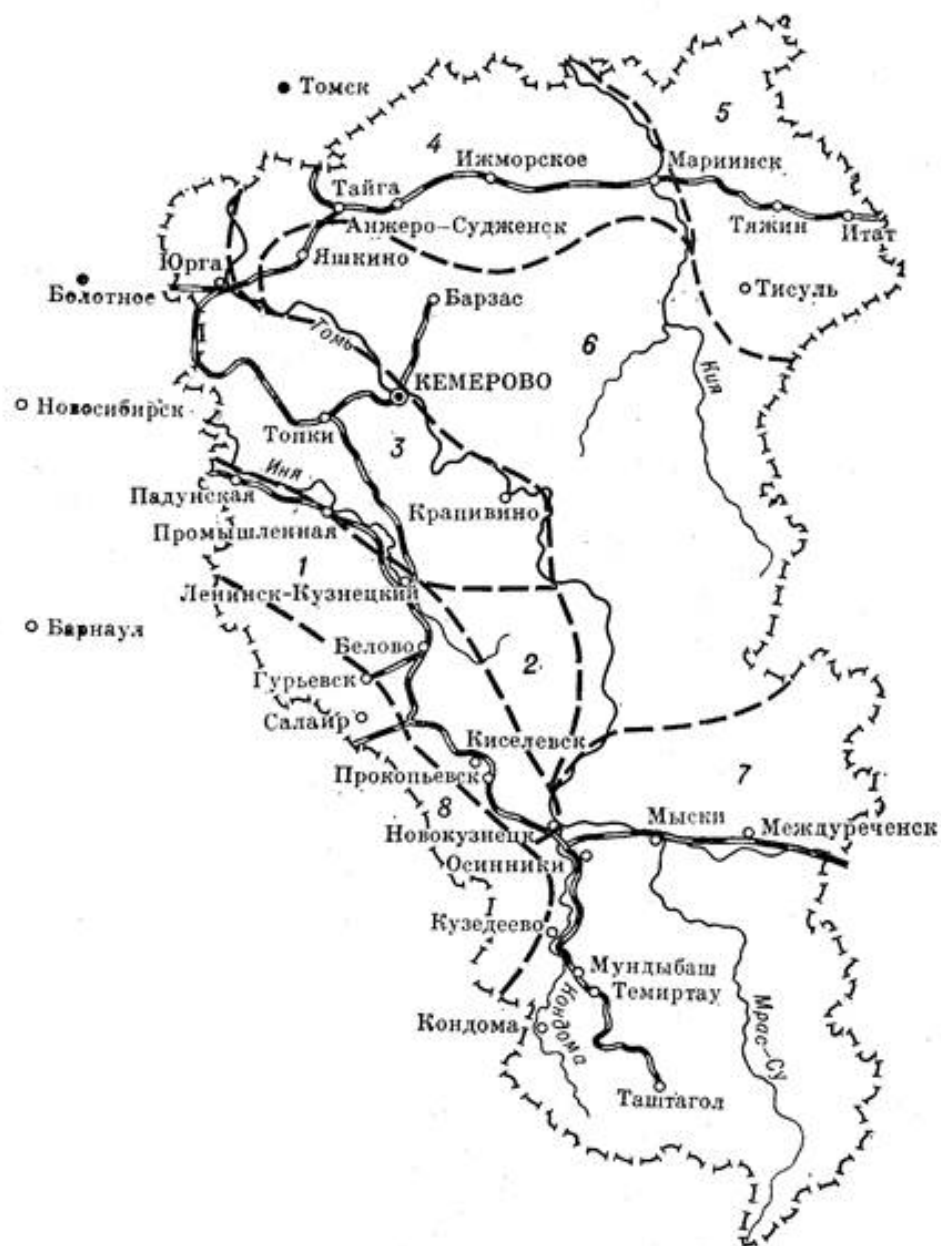
Скорость ветра, количество осадков и средняя температура по месяцам представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Среднемесячная температура

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя температура	-13, -21	-14; -21	-9, -11	0, +5	+11, +20	+11, +20	+12, +25	+14, +19	+9, +12	+4, -4	-7, -13	-12, -19
Осадки, мм	12-40	9-26	10-20	14-35	12-20	12-20	35-96	12-17	20-50	10-20	23-54	13-43
Ветер, м/с	3-6	1-6	1-5	1-6	1-6	1-6	1-4	3-4	1-5	1-7	1-8	1-7

В соответствии с климатическим районированием территории России, Кемеровская область включена в 1-й климатический район (подрайон 1в) строительства [89].

По *геоморфологическим признакам* территорию Кемеровской области можно подразделить на 8 районов (рис. 4).



**Рисунок 4. Схема геоморфологического районирования**

1 – Кузнецкая котловина; 2 – Притомская южная возвышенная сильно расчлененная равнина; 3 – Среднетомская расчлененная равнина; 4 – Притомская северная возвышенная равнина; 5 – Чулымская равнина; 6 – Кузнецкий Алатау; 7 – Горная Шория; 8 – Салаирский Кряж.

В орографическом отношении территория региона представлена горно-равнинной местностью, а именно двумя котловинами, которые с востока, юга и запада окружены горными массивами, а на севере – Западно-Сибирской низменностью. Всю котловину пересекает река Томь и окружена она с юга – Горной Шорией,

северо-востока Кузнецким Алатау, а с юго-западной стороны – Салаирским кряжем. Вторую котловину пересекает р. Кии и ограничена она почти со всех сторон отрогами Кузнецкого Алатау. Притомская северная возвышенность и Чулымская равнина простирается на севере и северо-востоке.

Горный рельеф для Кемеровской области является преобладающим и занимает 61 тыс. км<sup>3</sup> или 63,9% всей ее территории. До сих пор все нагорье медленно поднимается. Западно-Сибирская плита, занимает порядка 5,5 тыс. кв. км., что составляет 4,7% всей территории Кемеровской области.

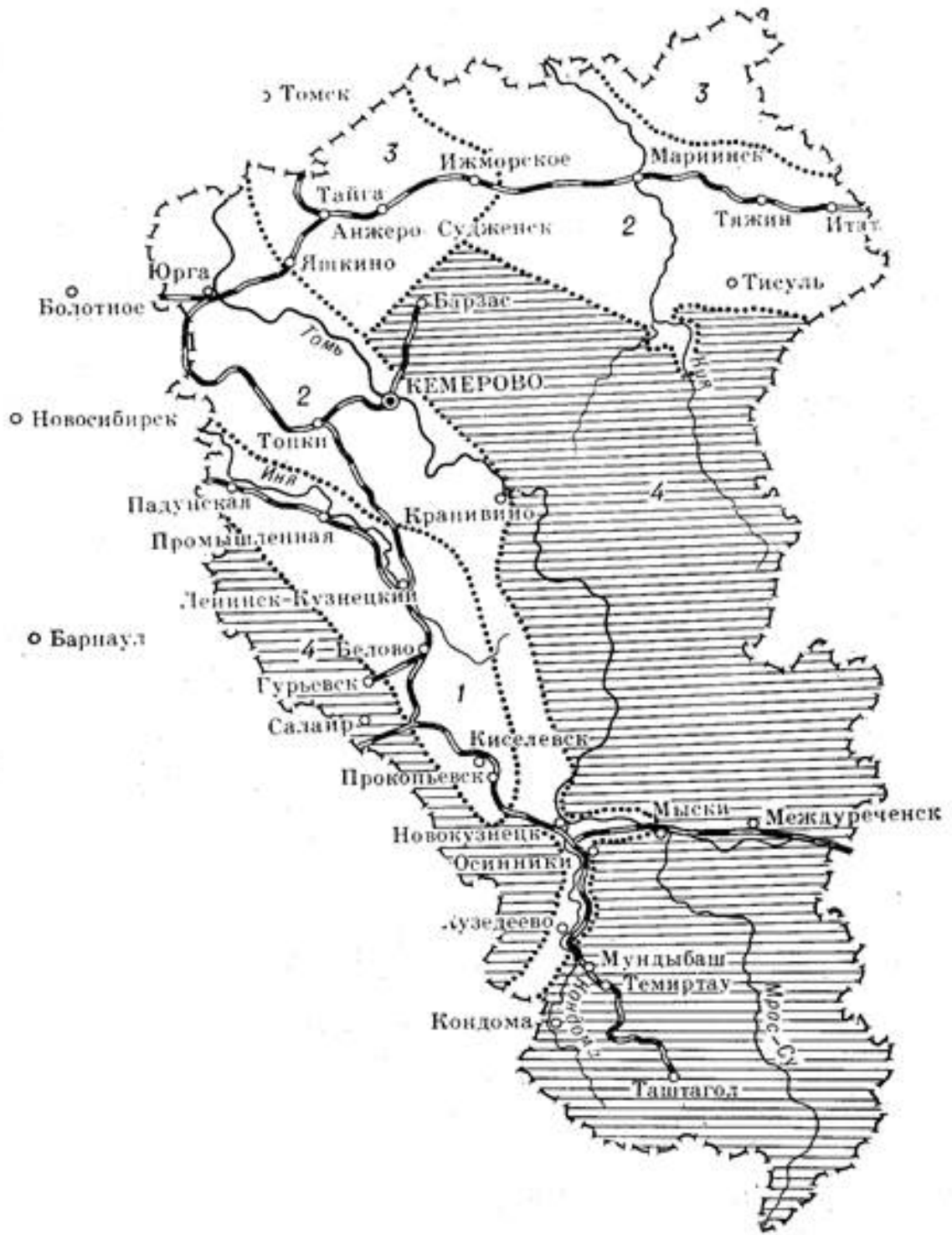
Современный рельеф сформировался в четвертичный период кайнозоя и на данной территории можно выделить 5 орографических районов: Кузнецкая котловина, Кузнецкий Алатау, Салаирский кряж, Западно-Сибирская равнина и Горная Шория (рис. 5). В пределах нагорной части области есть лавиноопасные участки, территории. Здесь могут наблюдаться оползневые процессы, просадки грунтов и, в целом, территория подвержена карстообразованию. Кемеровская область характеризуется 6-балльной сейсмичностью [90].

Кемеровскую область, по природно-ландшафтным признакам, можно разделить на четыре зоны (рис. 6). Здешний климат очень сильно зависит от сложного рельеф горных районов, в связи с этим почвенно-растительного покрова имеет свои особенности. В качестве следствия, можно выделить вертикальное распределение в зависимости от направления и высоты горных хребтов, экспозиции отдельных склонов. Различия отдельных участков склонов, кроме этого, можно истолковать из-за их перпендикулярного расположения господствующим ветрам. Таким образом, почвенно-растительный покров явился отражением климатических границ разных физико-географических районов.



**Рисунок 5. Схема районирования по уклонам местности**

Преобладание уклонов: 1 – до  $1-3^\circ$  (2-5%); 2 – до  $5^\circ$  (9%); 3 – до  $5-9^\circ$  (9-16%); 4 – до 9-12% (16-21%); 5 – более  $12^\circ$  (21%).



**Рисунок 6. Схема природно-ландшафтных зон**

1 – степь; 2 – лесостепь; 3 – равнинная тайга; 4 – предгорная и горная зоны.

*Кузнецкая котловина* является самой крупной структурой области. Занимает территорию около 30 тыс. кв. км. Протяженность по вертикали более 350 км, а горизонтали 100-120 км. Кузнецкая котловина находится в середине области, и окружена горными массивами. Рельеф Кузнецкой котловины представляет собой холмистую равнину, с отметками в 250-400 м над уровнем моря. На территории повсеместно наблюдаются овраги. Кузнецкая котловина - типичная степная и лесостепная территория. Почвы отличаются плодородием.

Здесь расположен крупнейший в России Кузнецкий угольный бассейн. Основными представителями крупнейших городов являются: Кемерово, Прокопьевск, Ленинск-Кузнецкий, Новокузнецк и другие.

В районах крупных городов и посёлков часто встречается так называемый «лунный ландшафт», образованный карьерами, отвалами и терриконами.

Салаирский кряж – скорее, холмистая территория, отсекающая, но не сильно выделяющуюся над Кузнецкой котловиной. Территория области занимает порядка 3-4 тыс. км. кв. Длинна с юга на север составляет около 300 км, а с запада на восток - 15-40 км. Это невысокие (400 м.) горы, не имеющие снежников и горных озёр, а также сильно сглаженные. Склоны холмов покрыты хвойными лесами и имеют большой рекреационный потенциал для организации.

Рельеф *Горной Шории* представлен горной местностью со средними высотами порядка 1200 м. Площадь ее составляет 28,9 тыс. км. кв. Горные склоны, большей своей частью, покрыты хвойными лесами и кедровыми массивами. Наиболее значимые группы гор: Мустанг (1570м) Патына (1596 м), Улутага (1411 м), Кубеза (1554 м). На территории Горной Шории берут свое начало р. Кондома и р. Мрас-су.

*Кузнецкий Алатау* занимает почти одну третью часть Кемеровской области. Это вытянутый на 500 километров с запада на восток массив Алтае-Саянской складчатой системы, имеющей сложное ассиметричное строение. Кузнецкий Алатау – самая большая горная система Кемеровской области. Самой высокой точкой Кемеровской области является - Амзас-таскыл (Верхний зуб) – его высота состав-



ляет 2178 метров над уровнем моря. По основному хребту и части предгорий Кузнецкого Алатау – простираются огромные хвойные и лиственничные леса, а также на северных склонах отмечаются вечные, никогда не тающие снежники.

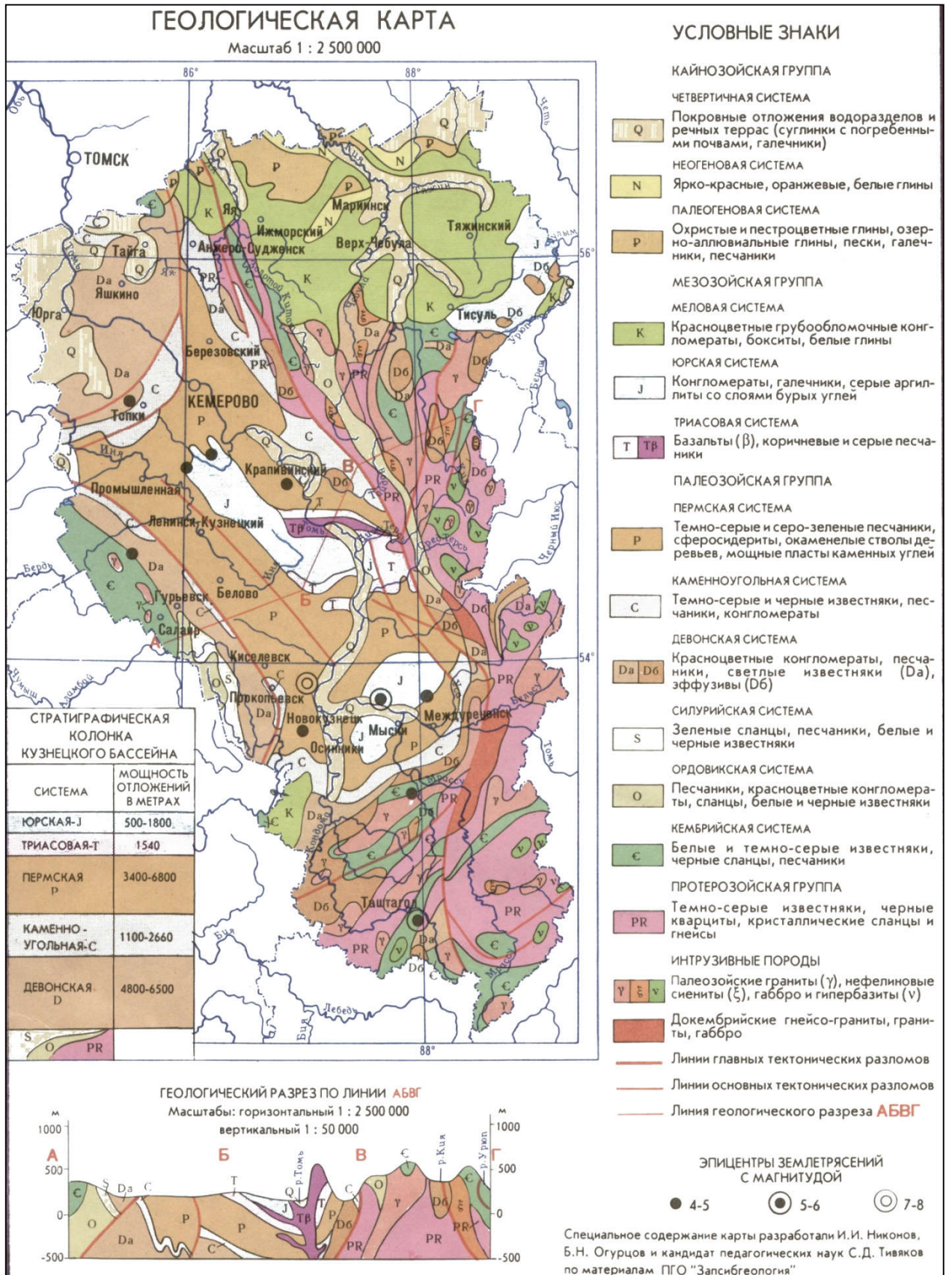
## **2.2 Геологические, гидрогеологические и гидрологические условия**

*Геологические исследования* на территории Кузнецкого бассейна проводились В.А. Хахловым, А.З. Юзвицким, М.А. Усовым, В.И. Яворским, А.Н. Белицким, ВЛ. Коудельным, Э.М. Паха, Э.М. Сендерзоном, Ю.Н. Поповым и др. Гидрогеологические условия Кузбасса изучались Г.А. Плевако, В.В. Пономаревым, Г.М. Роговым, Л.А. Соломко, Д.С. Покровским, В.П. Дегтяревым, В.К. Поповым и др.

Геологическое строение территории Кемеровской области довольно сложное. Здесь можно найти магматические, осадочные, метаморфические и др. горные породы, формирование которых шло под влиянием внешних и внутренних сил Земли (рис. 7).

По структурно-тектоническому признаку территория Кемеровской области входит в состав двух крупных регионов южной части Западно-Сибирской плиты и Алтае-Саянской геосинклинали, куда входят горноскладчатые сооружения Алтая, Кузнецкого Алатау с Горной Шорией, Салаира, Колывань-Томской зоны, Кузнецкая и Неня-Чумышская впадины [91].

Наиболее старыми образованиями на территории Кемеровской области (Кузнецкий Алатау и Горная Шория) считается верхнепротерозойские сочетание кристаллических и метаморфических сланцев, мраморов, кварцитов, известняков, гнейсов.



**Рисунок 7. Геологическая карта Кемеровской области**

На большей части области можно встретить отложения песчаников, известняков, туфов, сланцев и доломитов. Горная местность Салаирского кряжа представлена горными породами палеозойской группы: известняки, песчаники и граниты.

В кембрийский период палеозойской эры происходило постоянное перекрытие и накопление осадков, всегда сопровождающийся интрузиями, внедрением магмы в земную кору и видоизменением горных пород.

В палеозое в центре Кузнецкой низменности отложились пески, глины, известняки и остатки древнейших растений. Морское осадконакопление горных пород палеозойской группы шло в кембрии, ордовике, силуре и девоне и завершилось к раннему карбону. В зависимости от продолжительности и глубины залегания, давления и температуры шло образование различных видов углей: каменных, бурых и антрацитов. В каменноугольный период начался и продолжился в течение палеогенового, пермского и юрского периодов интенсивный процесс аккумуляции углей в Кузбассе.

Север Кемеровской области, включающий южную часть Западно-Сибирской низменности, образовался в кайнозойскую и мезозойскую эры, и характерен платформенным чехлом, большую свою часть сформированный осадочными породами.

Геологическое строение и вещественный состав месторождений железных, марганцевых, фосфоритовых, золотых, молибденовых (медно-молибденовых) и других руд описаны М.А. Усовым (1923, 1933), А.Я. Булытниковым (1948), К.В. Радугиным (1939, 1941), А.Л. Додиным (1948), Г.Л. Поспеловым (1957, 1958), В.А. Вахрушевым (1965), Н.А. Красильниковой (1966), Ю.Г. Щербаковым (1974), В.И. Сияковым (1990), В.Т. Покаловым (1972) и другими исследователями [92-99].

В пределах территории области, согласно *гидрогеологическому районированию* [91], выделены гидрогеологические структуры. К структурам 1-го порядка относятся:

I – Западно-Сибирский артезианский бассейн (АБ)

II – Саяно-Алтайская гидрогеологическая складчатая область (ГСО).

Западно-Сибирский артезианский бассейн с входящим в него Иртыш-Обским артезианским бассейном второго порядка, территориально охватывает северную и частично крайнюю северо-западную части Кемеровской области. Остальная ее территория принадлежит Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области со своими бассейнами второго порядка (Кузнецкая гидрогеологическая складчатая область, Алтае-Саянская гидрогеологическая область и Минусинская гидрогеологическая складчатая область).

В составе Иртыш-Обского артезианского бассейна выделяются гидрогеологические структуры третьего порядка: Чулымо-Енисейский; Назаровский, Нижнетомский артезианские бассейны и Аргинский гидрогеологический массив – выхода на поверхность палеозойского фундамента.

В пределах Саяно-Алтайской ГСО выделены три структуры 2-го порядка: Кузнецкая гидрогеологическая складчатая область, занимающая западную часть, подземные воды которой наиболее изучены, но и в значительной степени подвержены техногенным изменениям; Минусинская ГСО, занимающая небольшой участок в северо-восточной части территории области, практически не изучена и Алтае-Саянская ГСО, занимающая остальную ее часть.

На территории области в пределах Саяно-Алтайской гидрогеологической складчатой области распространены водоносные отложения, имеющие возрастной диапазон от четвертичного до протерозойского времени, и характеризующиеся различной степенью обводненности, зависящей от многочисленных разнонаправленных природных факторов, влияющих на этот процесс.

**Подземные воды** в пределах структуры связаны с четверичными, пермскими и юрскими отложениями. Водоносные горизонты зоны активного водообмена, расположенные в интервале от 120-150 до 250- 300 метров, широко применяются в хозяйственно-питьевых и технических целях.

В пределах Кемеровской области эта структура наиболее урбанизирована и техногенно-нагружена. На данной территории расположены основные промышленные предприятия горнорудного и металлургического профиля. Здесь сосредоточено порядка 90% всех имеющихся одиночных и групповых водозаборов, в том

числе эксплуатирующихся в системах централизованного водоснабжения населенных пунктов.

По данным доклада о состоянии окружающей природной среды «прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод составляют 7,5549 млн. м<sup>3</sup>/сут. или 2,7575 км<sup>3</sup>/год. Разведанные эксплуатационные запасы подземных вод составляют 852,15 тыс. м<sup>3</sup>/сут. или 676,0457 млн. м<sup>3</sup>/год» [56, с. 93].

Основной своей частью подземные воды применяются в целях хозяйственно-питьевого значения для населенных пунктов, а также производственно-технического водоснабжения для промышленных объектов области. Разведанные и оцененные запасы подземных вод в пределах региона целиком обеспечивают потребности водопользователей. Для промышленных потребителей на отдельных площадях разведаны месторождения с запасами подземных вод от 50 до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В свою очередь, для крупных городов области предоставлены разведанные запасы подземных вод от 19,7 % (г. Прокопьевск и г. Киселевск) до 81,4 % (г. Белово). В то же время, такие города, как Междуреченск или Ленинск-Кузнецкий полностью обеспечены ресурсами подземных вод.

Формирование химического состава подземных воды происходит под воздействием природных и техногенных процессов, таким образом они являются составной частью природно-техногенных систем региона.

Наиболее крупной, значимой и нагруженной структурой в пределах Саяно – Тувинской гидрогеологической складчатой области (ГСО) является Кузнецкий межгорный артезианский бассейн (МАБ) III порядка, территориально совпадающий с Кузнецким бассейном [100].

Макро- и микроэлементы, найденные в подземных водах, относятся ко 2 классу опасности по санитарно-токсикологическому признаку. Наибольший вклад в загрязнение подземных вод вносит интенсивное освоение угледобывающих территорий. Техногенное загрязнение подземных вод происходит как при разработке месторождения, т.е. работе горнодобывающих предприятий, так и при их ликвидации. Ликвидация шахт «мокрым способом» сопровождается повышением в подземных водах содержания многих компонентов.

Высокую техногенную нагрузку ощущают подземные воды, приуроченные к пермским отложениям. В естественном, природном состоянии подземные воды пресные гидрокарбонатные кальциевые, реже натриевые, умеренно-жесткие, иногда с высокой концентрацией железа до 21,6 ПДК, марганца до 13,9 ПДК, бария до 7,7 ПДК, литий до 3,2 ПДК, фенол до 2 ПДК. Перечень обнаруженных компонентов, несмотря на периодическое присутствие, позволяет выделить это загрязнение как высоко опасное.

В 2013 году в дренажных водах горнодобывающих предприятий обнаружены в высоких концентрациях: свинец до 1,3 ПДК, кадмий до 2,0 ПДК, литий до 1,33 ПДК, нефтепродукты до 3,0 ПДК, группа аммонийных соединений до 1,33 ПДК, марганец до 6,4 ПДК, фенолы до 9,0 ПДК.

Присутствие данных элементов характерно при близости к промышленным и хозяйственным объектам, и является следствием создаваемой ими техногенной нагрузки на природную среду [101].

*Гидрографическая сеть* Кемеровской области включена в бассейн верхней Оби и представлена реками, озерами болотами, а также водохранилищами. Суммарный объем поверхностного стока составляет порядка 37 км<sup>3</sup> [101].

**Реки.** Всего территории Кузбасса принадлежит более 32 тыс. рек общей протяженностью более 245 тыс. км (табл. 2).

Таблица 2 – Градация и протяженность рек на территории Кемеровской области [101]

Градация рек, водотоков	Длина рек, км	Количество рек		Суммарная длина рек	
		единиц	%	км	%
Мельчайшие	<10	31197	97,2	218379	89,1
Самые малые	10-25	846	2,6	14382	5,9
Малые	26-100	36	0,1	2160	0,9
Средние	101-500	25	0,1	5750	2,3
Большие	>500	5	0,0	4481	1,8
Всего		32109	100	245152	100

Шесть рек Кузбасса протекают по территории двух и более субъектов Российской Федерации – Томь, Иня, Кия, Чулым, Чумыш, Яя. На территории области

формируется четыре главных водных бассейна рек Томь, Иня, Чулым и Чумыш, которые представлены реками федерального значения.

Среди всех рек Кемеровской области, вследствие своеобразия природно-климатических и орографических условий можно выделить реки равнинного и горного типа.

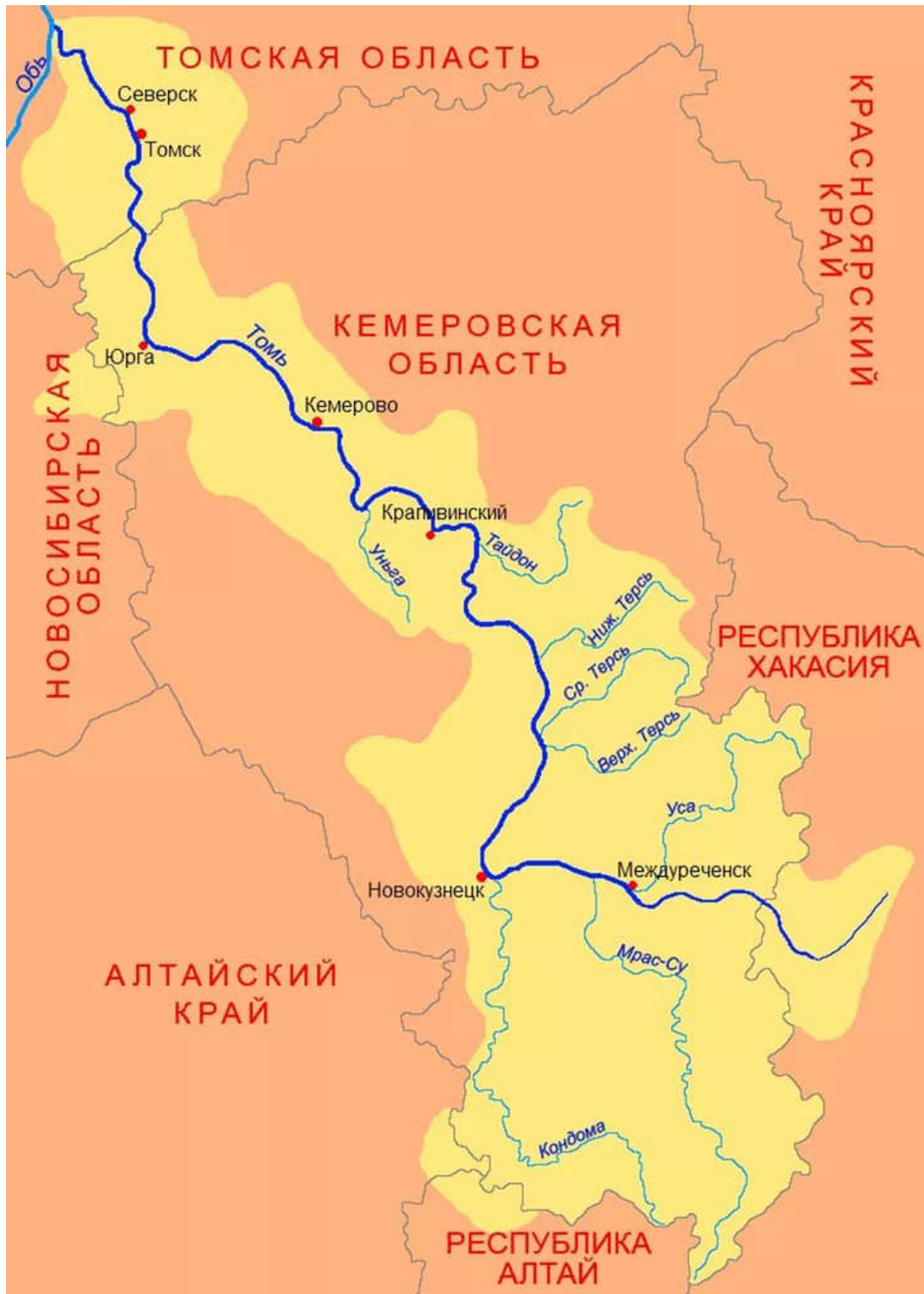
На водосборных площадях участков горных рек создается основной сток поверхностных вод области. Водные ресурсы рек и годовые величины объема стока крайне неравномерно распределены в течение года. До 70% объема годового стока доводится на короткий период весеннего паводка. Направление течения, строение долин проявляют сложные тектонические и неотектонические процессы, происшедшие в этой горной стране в отдаленные геологические эпохи и современное время.

Одной из самых больших и полноводных рек Кемеровской области является правый приток Оби – река Томь. Истоком рек Томь и ее наиболее крупных притоков (Кондома, Тайдон, Бельсу, Мрас-Су, Уса, Тутуяс, Верхняя, Средняя и Нижняя Терси,) являются горы Горной Шории и Кузнецкого Алатау.

Общая длина реки составляет 827 км, протяженность водного объекта в пределах Кемеровской области – 596 км. Бассейн реки вытянут в северо-западном направлении на 485 км (рис. 8). Он занимает западные склоны Кузнецкого Алатау, Горную Шорию и межгорную Кузнецкую котловину. Речные воды Томи являются источником водоснабжения 37 предприятий городов и районов области.

Другая не менее значимая река области – Иня. Истоков реки являются южные склоны Тарадановского увала; Основные притоки – Ближний и Дальний Менчереп, Тарсьма, Мереть, Уроп, Бачат, Касьма, Ур.

Протекает река по сельскохозяйственным и промышленным районам центральной части Кемеровской области. Длина реки Ини составляет 663 км, протяженность участка на территории Кемеровской области – 433 км, площадь водосбора – 17600 км<sup>2</sup>. В пределах области река зарегулирована Беловским водохранилищем.



**Рисунок 8. Водосборный бассейн р. Томи**



Река Чумыш формируется в результате слияния рек Томь-Чумыш и Кара-Чумыш, которая истекает с юго-западного склона Салаирского кряжа.

Горная река Кия берет начало в центральной части Кузнецкого Алатау. Кия – левый приток реки Чулым (приток Оби). Длина ее составляет 548 км и почти полностью (468 км) река протекает по северо-востоку Кемеровской области.

Главными притоками являются р. Тяжин, Четь, впадающие справа, и р. Кожух, Антибес, впадающие в реку слева. Более мелкими притоками являются р. Кундат, Кия-Шалтырь, Мокрый Берикуль, Серта, Юра, Чебула и Песчанка.

Реки северной и северо-восточной части Кемеровской области относят к бассейну р. Чулым. Наиболее крупными считаются р. Яя с притоками Алчедат, Барзас, Китат и р. Кия с притоками Тяжин, Чебула и Чедат. Основные реки и их гидрологические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Гидрологические характеристики основных рек Кемеровской области [101]

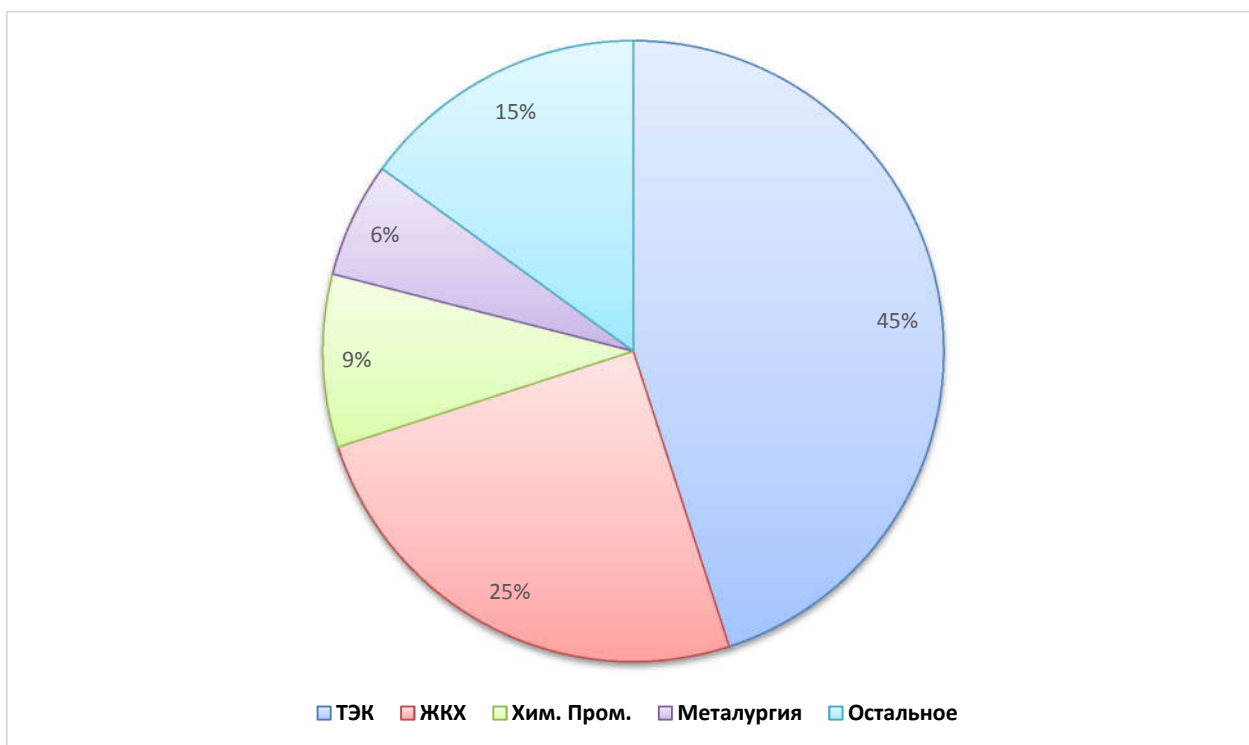
Наименование реки и пункта наблюдения	Площадь водосбора, тыс. км <sup>2</sup>	Среднегодовой расход, м <sup>3</sup> /с	Годовой объем стока, км <sup>3</sup>		
			средний	наибольший (1 %)	наименьший (95 %)
<b>р. Иня</b>	<b>17,60</b>				
г. Ленинск-Кузнецкий			0,609	1,210	0,308
п.г.т. Промышленная			0,770	1,510	0,445
<b>р. Томь</b>	<b>62,00</b>				
г. Междуреченск		162,0	5,10	7,70	3,60
г. Новокузнецк		650,0	20,50	30,70	14,50
п.г.т. Крапивинский				44,30	20,90
г. Кемерово		962,0	30,30	42,80	
<b>р. Чулым</b>	<b>134,00</b>				
р. Кия – г. Мариинск	32,20		4,68	8,01	3,19
р. Яя – п.г.т. Яя	11,70		1,00	1,80	0,591
<b>р. Чумыш</b>	<b>23,90</b>				
р. Кара-Чумыш – п. Кара-Чумыш	0,97		0,128	0,294	0,052

О проблеме повышенной загрязненности большинства водных объектов Кузбасса (сохраняющейся в течение нескольких десятилетий) говорится в ежегодных докладах Росгидромета и Роспотребнадзора, а также во многих статьях и монографиях [102 - 106].

Контроль гидрохимических наблюдений в г. Кемерово и по области осуществляется более чем за 60 загрязняющими веществами. Анализ проб производится по аттестованным методикам, утвержденным Росгидрометом [56].

Наиболее распространенными загрязняющими веществами рек Кемеровской области являются фенолы летучие, нефтепродукты, соединения азота, цинка, железа, меди, марганца, взвешенные вещества, а также органические соединения по показателям БПК5 и ХПК.

Более 45% загрязняющих веществ, которые поступают в реки со сточными водами, приходится на предприятия топливно–энергетического комплекса. Около 25% загрязняющих веществ поступает от предприятий ЖКХ, 9% – химической промышленности и 6 % – металлургии (рис. 9).



**Рисунок 9. Основные источники загрязнения водных объектов**

Многолетний сброс загрязненных сточных вод, свели до минимума самоочищающую способность большинства рек области, особенно малых водотоков, превратив их в придатки канализационных систем.

**Озера.** На территории Кемеровской области насчитывается порядка 850 озер, с общей площадью водного зеркала более 100 км<sup>2</sup>, что насчитывает 0,1% от всей площади области.

В регионе большое количество пойменных озер, которые образовались в речных долинах в результате меандрирования русел рек. Бывшие русла постепенно отделялись от новых и превращались в старицы, а затем в озера. Особенно много их в долинах крупных равнинных рек и, в частности, в долине реки Иня. Также большое количество пойменных озер насчитывается в равнинной части широких долин рек Томь, Кия и Яя. В долине реки Кия числится более 100 озер, длина некоторых из них достигает нескольких километров.

В высокогорьях Кузнецкого Алатау сотни карстовых озер. По северным склонам его озерные котловины имеют, по-видимому, плейстоценовый возраст.

Одни из самых крупных озер – Большой Берчикуль площадью которого составляет 25 км<sup>2</sup>. Озера Моховое, Шумилка, Б. Базыр, и Малый Берчикуль занимают площади от 1 до 2,2 км<sup>2</sup>. Еще 85 озер общая площадь зеркала которых составляет 5,94 км<sup>2</sup>.

В целом, в Кемеровской области незначительное количество изолированных озер вне речных долин. Основная масса озер является старицами рек Томь, Иня, Кия, Яя, Урюп. Суммарный запас воды озер и стариц насчитывает 0,156 км<sup>3</sup>.

Характерным для Кемеровской области является наличие искусственных озер, образованных в результате отработки угля и других полезных ископаемых. Данные озера обладают огромной глубиной, которая может составлять до 80-100 м и, в следствии этого, большим запасом воды – 0,15 км<sup>3</sup>.

**Водохранилища, пруды.** Наиболее крупные водохранилища Кара-Чумышское (62,46 км<sup>3</sup>), Беловское (59,0 км<sup>3</sup>), Дудетское (41,0 км<sup>3</sup>), Журавлевское (31,59 км<sup>3</sup>) используются для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, рыбозаведения и рекреации[56].

**Болота.** На территории Кемеровской области болота занимают площадь 908 км<sup>2</sup>, что составляет 1 % от территории региона. Из них наиболее крупные это: Антибесское, площадью 102 км<sup>2</sup>, Усть-Тяжинское – 40 км<sup>2</sup>, Шестаковское и Новоивановское – по 24 км<sup>2</sup> каждое[56].

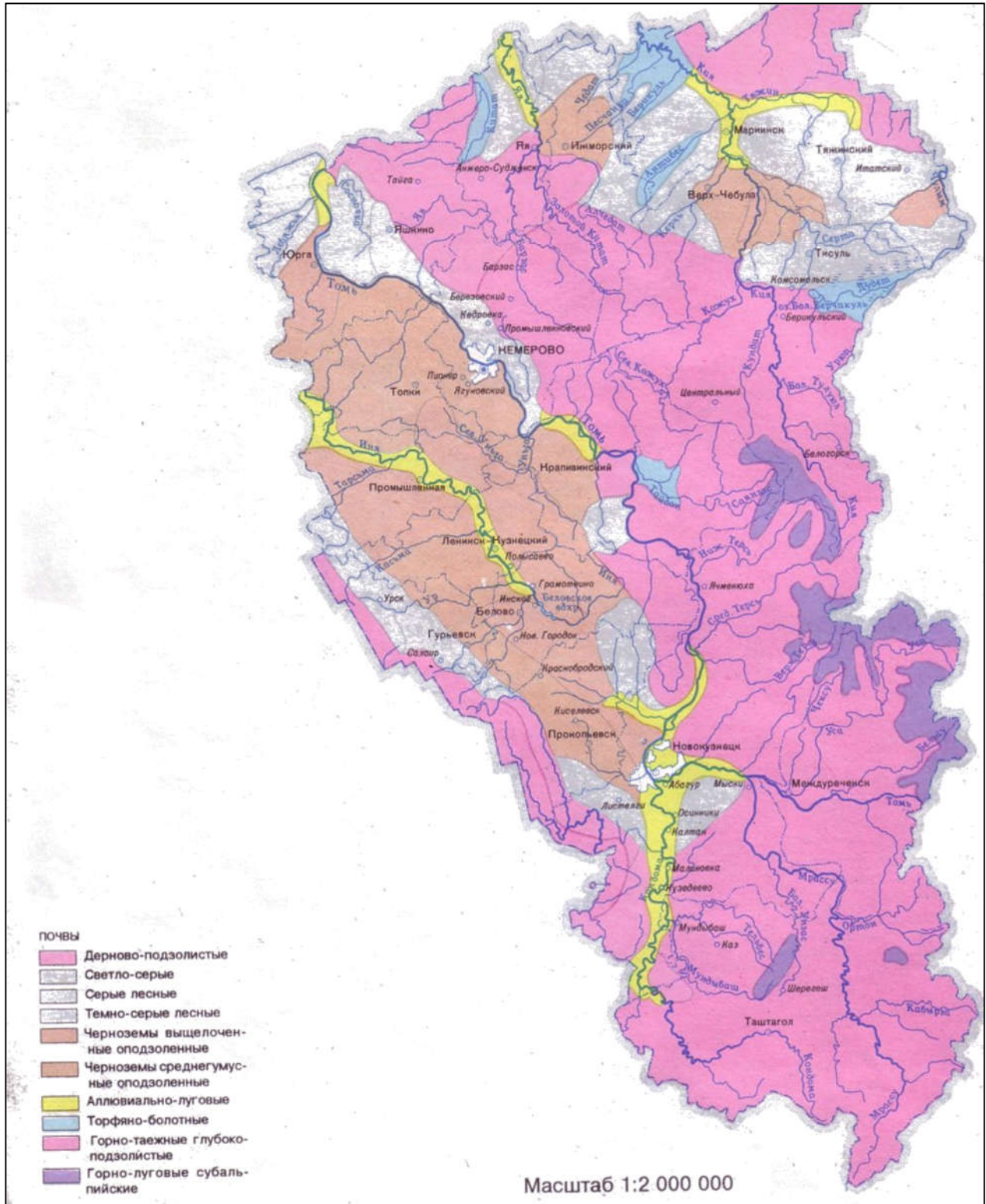
На территории Кемеровской области располагаются водохозяйственные системы сельскохозяйственного, промышленного, коммунального водоснабжения и водоотведения, в том числе накопители жидких отходов (шламонакопители, гидроотвалы, флотохвостохранилища, гидрозолоотвалы, отстойники); искусственные пруды, обеспечивающие регулирование стока рек и временных водотоков, являющиеся главным запасом водных ресурсов на случай пожаров и засухи. Суммарная протяженность береговой линии водных объектов в границах поселений на территории Кемеровской области составляет 7 000 км [56].

Инженерно-геологические условия территории определяются ее структурно-геоморфологическими и гидрогеологическими особенностями, составом слагающих горных пород и современными геологическими процессами. Из современных геологических явлений, характерных для лессовидных пород в Кузбассе, существенное значение имеют оврагообразование, оползни и просадки.

### **2.3 Почвенно-растительный покров**

Резко-континентальный климат и разнообразный рельеф сформировала довольно богатый и разнообразный растительный покров. В связи с этим ширококое разнообразие на данной территории получили и типы почв. (рис. 10).

Большую часть Кемеровской области занимают черноземные почвы и в отличие от всех других типов почв обладают самым высоким плодородием. Встречаются они во многих районах области (Ленинск-Кузнецком, Промышленновском, Прокопьевском и др) и составляют основной фонд пашни. Стоит отметить их неоднородность. Так в Тисульском и Чебулинском районах преобладают в основном выщелоченные и оподзоленные черноземы. А в центральной и северо-западной частях Кузнецкой котловины (степь и южная лесостепь) они слабо выщелоченные и тучные.



**Рисунок 10. Схематическая карта почвенно-географического районирования Кемеровской области**

Подзолистые почвы получили свое распространение на большей части равнинной тайги, на склонах гор. На большей части Салаирского кряжа, Кузнецкого Алатау и горной Шории простирается зона серых лесных и дерново-оподзоленных почв. Эти почвы всегда являлись наиболее типичными для горно-таежных областей. Почвы представлены суглинками с включениями щебенистого материала и обладают невысоким плодородием.

Отличительной особенностью почв Кузнецкого Алатау является их высотная дифференциация. Подзолистые почвы преобладают на таежных массивах, а подзолистые почвы на суглинках получили распространение на плоских водоразделах. С увеличением высоты можно идентифицировать горно-луговые почвы, так называемого альпийского типа. В пределах альпийской области распространение получил почвы торфяно-болотные типа, а на вершинах горных гольцов – тундровые почвы.

Высокие горы не имеют ровного, сплошного почвенно-растительного покрова, большую их часть составляют крупнокаменные осыпи, но на плоских вершинах имеются торфяно-глеевые, луго-болотные почвы, которые при должной мелиорации могут использоваться как хорошие.

На водосборных территориях рек широкое распространение получили аллювиально-луговые почвы, они богаты фосфором и калием и отличаются хорошим плодородием. Данные участки выгодно использовать в качестве пастбищ и сенокосов.

«В горной и равнинной тайге, по речным долинам в лесостепи многосфагновых болот (сфагнум-торфяной мох), заболоченных территорий, торфяников и торфянистых почв» [107].

Занимающие более половины площади области горные сооружения Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаира являются причиной нарушения широтной зональности растительного покрова и появления на широтах, соответствующих степной и лесостепной зонам Западной Сибири, экзотических формаций горной тундры, альпийских лугов, лесотундры и самого широкого распространения черневых и темнохвойных (горных по преимуществу) лесов, а также их вторичных производных с доминирующим участием осины и березы (рис. 11).

Более половины территории области занимают разнообразные по своей типологии и биологической продуктивности леса.

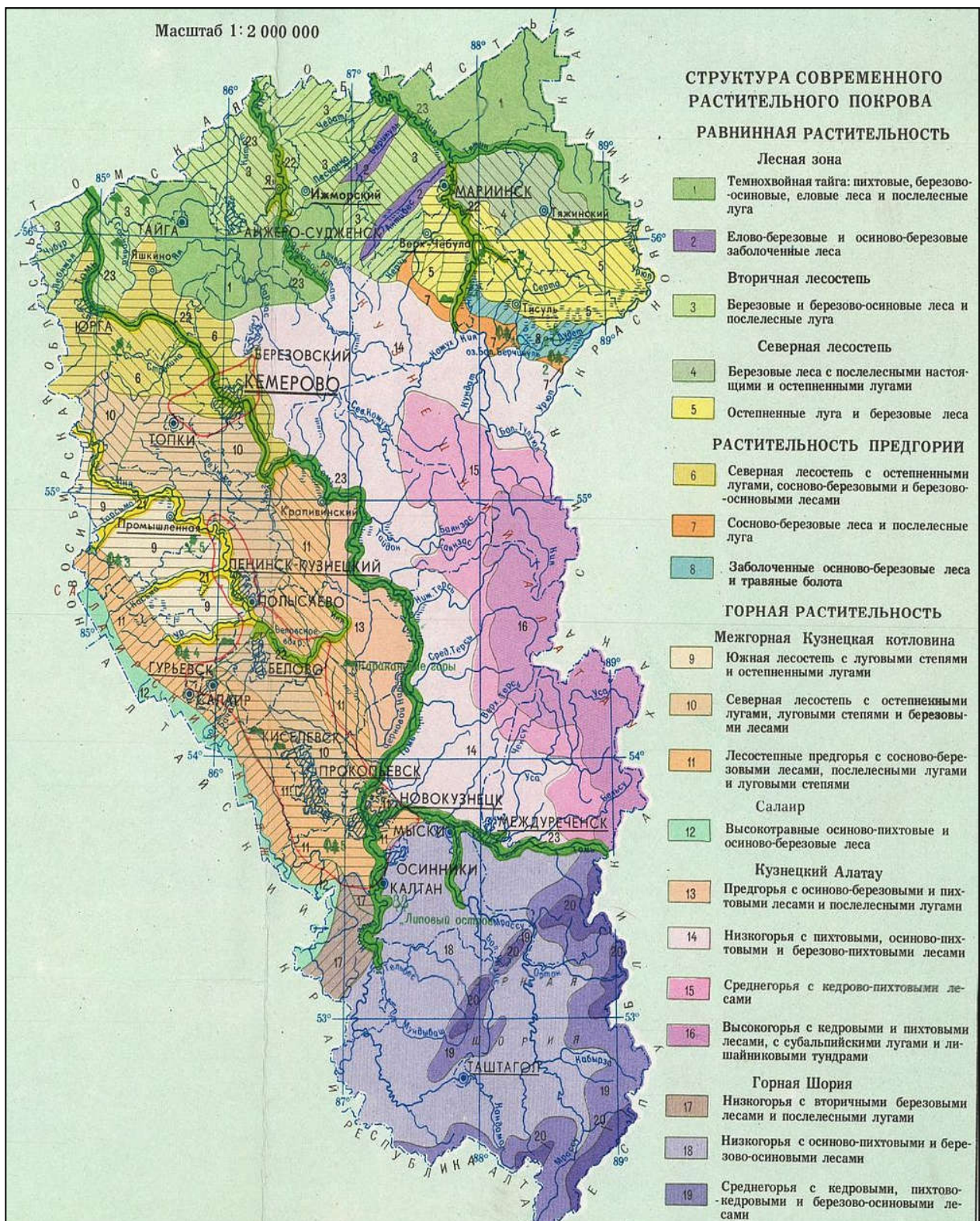


Рисунок 11. Эколого – геоботаническая карта Кемеровской области

Здесь можно встретиться как с формациями горных, так и низменных лесов; хвойных и лиственных, первичных (и даже реликтовых) и вторичных, поселяющихся на гарях и вырубках; лесов заболоченных и лесов на хорошо дренированных поверхностях. В зоне лесостепи широко распространены так называемые полочные леса с березой и осиной.

*Формация лесотундры* выражена фрагментарно и лишь в Кузнецком Алатау на высоте 1250-1300 м, представлена «криволесьем» из березы, труднопроходимыми зарослями стелющейся формы пихты и можжевельника.

*Ландшафты верхней тайги*, расположенные в Кузнецком Алатау и Горной Шории, представлены нагорными пихтовыми лесами с преобладанием кедра или пихты. *Черневая высокотравная тайга* представляет собой наиболее древний растительный покров кемеровской области и представлена пихтой и осиной. Почти всегда присутствует кедр и реже ель. Повсеместная и бессистемная рубка лесов привела к тому, что распространение черневой тайги перестало быть сплошным. Широкое развитие получили вторичные лиственные леса представленные березой и осиной.

*Темнохвойные и смешанные леса* зоны южной тайги Западно-Сибирской низменности заходят на территорию Кемеровской области с севера двумя довольно крупными языками. Здесь преобладают древостои пихты, кедра и ели. Кустарниковый ярус выражен крупными видами рябины, черемухи, бузины и низкорослыми кустарничками. Высокотравье отсутствует. Травостой представлен кисличкой, майником, вороним глазом и черемшой.

Лесная часть, лесостепного ландшафта кузнецкой котловины представлена березово-осиновыми колками и отдельно стоящими березами. В подлеске колков отмечены: желтая акация, боярышник, черемуха, шиповник, таволга, а в заболоченной центральной их части и смородина. Безлесное пространство лесостепей представлено злаково-разнотравьем (мятлик, тонконог).



## **Выводы по главе 2.**

1. В результате анализа природно-климатических условий Кемеровской области выделяются территории, подвергнутые очень сильному техногенному воздействию практически по всем составляющим элементам окружающей среды:

- глубокой переработке литосферы в связи с добычей полезных ископаемых;
- нарушению гидрологического режима рек;
- загрязнению поверхностных и подземных вод;
- разрушению и деградации почвенного и растительного покрова.

2. В природно-техногенных системах малых рек происходит коренное преобразование гидрологического и гидрохимического режимов. Уменьшение речного стока ведет к сокращению или к полному прекращению затопления поймы, сокращению площадей сенокосных угодий и естественных пастбищ, к обмелению и зарастанию русла, ухудшению качества воды.

3. Под воздействием техногенных нагрузок, геологическая среда приобретает свойства, которые создают проблемы экологического, эстетического и гигиенического плана.

## **Глава 3. Теоретические и практические основы систем автоматизированного проектирования в природообустройстве**

### **3.1 Теоретические основы оценки устойчивости водных экосистем**

Под устойчивостью экосистемы территорий понимается способность ее и включающих в нее (как в систему) элементов, удерживать потенциал саморегуляции и самовосстановления при внешних неблагоприятных (антропогенных) возмущениях. При таком определении устойчивости экосистемы, подчеркивается важная особенность, а именно противостояние внешнему воздействию, может быть осуществлено только в определенных масштабах. Таким образом, антропогенная деятельность человека, порой, является главной причиной ослабления, либо лишение этой способности экосистемы территории.

На базе ранее проведенных, прикладных исследований по мониторингу устойчивости экосистем автором представляются методические рекомендации к инженерно-экологическому обоснованию мероприятий, способствующих поддержанию устойчивости и реабилитации экосистем малых рек с учетом антропогенного воздействия в результате разработки угольных месторождений на сопредельных территориях и их влияния на устойчивость экосистемы малых рек.

Первоначальная оценка устойчивости экосистем может быть вычислена по «поведению» рельефно-специфического обобщенного индикатора. В связи с этим критерии устойчивости водных экосистем, которые определяются обычными методами (наблюдение, описание, мониторинг) принимается как система показателей, природной (естественной) потенциальной устойчивости. «Проектируемая» устойчивость должна стремиться к параметрам природной устойчивости и максимально приближаться к ней, несмотря на ожидаемую антропогенную нагрузку. (табл. 4).

Таким образом, анализ устойчивости экосистемы должен производиться, во-первых, как структурных составляющих, во-вторых, учитываться временной аспект. Это положение подтверждается установленными обобщениями и тенденциями, оформленными в виде специфических терминов.

Таблица 4 – Оценочные показатели природной потенциальной устойчивости и их параметры

<b>Оценочные показатели</b>	<b>Оцениваемые параметры</b>
Рельеф и геологическое строение	Крутизна склонов
	Интенсивность эрозионного расчленения
	Состав и свойства горных пород
Гидрологический режим	Речной сток
	Мутность и минерализация поверхностных вод
	Русловые процессы
Ландшафтный рисунок	Ландшафтное соседство
	Интенсивность вертикального расчленения
	Повторяемость и направление ветров; их соотношение с господствующим направлением поверхностного стока

Н.Ф. Реймерсу отметил, «что устойчивость системы, в первую очередь экосистемы и элементов, входящих в нее, характеризуется с позиций» [108]:

- влияние внешних антропогенных факторов (их продолжительность, масштаб и сила);
- возможность системы к реакции на антропогенное воздействие;
- временного аспекта проявления изменений под антропогенным воздействием.

Применительно к теме исследования в работе произведен анализ природно-антропогенных взаимосвязей в экосистемах природно–техногенного комплекса (ПТК) для оптимизации воздействия горнодобывающей промышленности с учетом потенциала саморегуляции.

Необходимость анализа и разработка оптимизации взаимодействия вызвана тем, что общество неизбежно будет использовать природные ресурсы в ходе своей хозяйственной деятельности, а минимизация неизбежных изменения в балансах водных экосистем, на которые накладываются ограничения, и окружающей среды, в целом, обусловлена необходимостью сохранения гидросферы.

В процессе взаимодействия производственной деятельности и природной среды в горнодобывающих регионах формируется природно–техногенный комплекс с такими звеньями, как:

- Ландшафт, либо рельеф и геологическая среда;
- Гидрологическая сеть;
- Изъятие из окружающей среды элементов и возвращение их в круговорот веществ, в основном уже видоизмененных (отвалы горных пород, хвостохранилища и т.п.).

Сложность природно-ресурсной основы ПТК, а именно видовой разнообразия воздействий на него, процессов, происходящих в ходе взаимодействия, выявляет многогранность категории устойчивости и требует для своего определения учета максимального количества, набора, сочетания факторов и их взаимосвязей.

Категорию устойчивости следует оценивать, как с точки зрения сохранения природного потенциала водных объектов, так и продолжения процесса потребления и использования природных ресурсов.

Таблица 5 – Классификация основных подходов к определению понятия «устойчивость природно-территориальных комплексов»

<b>Автор</b>	<b>Основные признаки устойчивости</b>
К.Н. Дьяконов [109]	Постоянство характеристик объекта и неизменность их во времени
Ю.А. Веденин [110]	Прочность природной системы, измеряемая сопротивляемостью разрушающему воздействию
В.С. Преображенский, А.Ю. Ретеюм [111-112]	Способность компонента комплекса к сопротивлению внешним воздействиям и к восстановлению нарушенных этими воздействиями свойств
А.Д. Арманд, Ю.Г. Пузаченко [113]	Восстанавливаемость, т.е. способность природной системы возвращаться в первоначальное состояние
М.Д. Гроздинский [114]	Инертность (способность оставаться в заданной области состояния на протяжении заданного интервала времени при внешнем воздействии), восстанавливаемость (способность возвращаться в исходное (предшествующее воздействию) состояние)
Н.М. Севальнева, О.Г. Бекшенев, Н.Н. Панин [115]	Способность сопротивляться техногенным и природным воздействиям и возвращаться в первоначальное состояние, т.е. способность к самовосстановлению и саморегуляции природно-территориального комплекса

На основании приведённых данных в качестве характерных признаков устойчивости экосистемы можно выделить следующие:

- «прочность» водной экосистемы (способность сопротивляется разрушающему действию хозяйственной деятельности);
- способность элементов водной экосистемы противостоять воздействиям;
- поддержание естественного процесса сохранения функции элементов в водной экосистеме;
- изменение параметров в течение непродолжительного периода и «возврат» в исходное состояние.
- инертность – способность оставаться в определенном состоянии при воздействии;

Если взять во внимание, что такие понятия (термины) как «устойчивость» и «стабильность» в науке еще не определены окончательно, то можно сформулировать определение устойчивости как экологической способности экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов.

В РФ особое внимание в данном вопросе следует уделить региональному и местному уровню. Потому что именно здесь можно увидеть наиболее тесную связь техногенных и природных процессов, поскольку формирование границ региона, во-первых, отражает экосистемные связи (т.е. рамки природно-географической зоны, либо речного бассейна), а во-вторых, можно очертить хозяйственные связи (т.е. территориальная специализация горнопромышленного производства).

### **3.2 Система управления проектными и инженерными данными**

При стремительном развитии науки и технологий, создаваемые человеком технические системы, программное обеспечение, устройства, сооружения становятся все более сложными. Совместно с этим ужесточаются и требования, предъявляемые к срокам проектирования объектов. В таких условиях традиционные неавтоматизированные методы проектирования оказываются малоэффективными.

Создание и широкое использование систем автоматизации проектных работ (САПР) стало насущной необходимостью [116].

«Проблемам создания информационного инструментария САПР, средств управления проектом посвящены работы как отечественных ученых – Ю.Х. Вермишева, В.А. Горбатова, А.В. Горбатова, В.В. Нечаева, Б.А. Позина, Д.К. Потресова, С.С. Терещенко, Г.Г. Рябова, Л.П. Рябова, А.К. Фридмана, З.М. Хадонова, В.Н. Четверикова и др., так и зарубежных – Boehm B.W., Trish Searson, Edward Yourdon, Chris Gane, Tom DeMarco, Allen Tucker etc» [117-121].

В работах ученых достаточно подробно рассмотрены основные сведения об информационных потоках, структурах и технических средствах САПР, особое внимание уделено устройству машинной графики, программном обеспечении технических средств, системах управления базами данных, способах защиты данных [122].

Система управления проектными и инженерными данными является одним из краеугольных камней CALS-технологий (информационная поддержка изделий). Использование такой системы дает проектировщикам ряд преимуществ, основными среди которых являются следующие:

- работы могут выполняться параллельно, что существенно экономит время,
- совместное использование данных в конечном счете сокращает количество ошибок;
- надежное хранение всего множества проектных данных и их защита;
- архивирование и резервное копирование, позволяющее производить быстро восстановление в случае потери данных;
- большинство программ объединяют в себе как САПР так и ГИС позволяя получать атрибутивные данные;
- электронное сопровождение процессов, управление визуализацией и процедурами прохождения документов, обеспечивающие рациональный и эффективный мониторинг.

Использование ЭВМ при выполнении проектных работ является наиболее перспективным из направлений, повышающим обоснованность и качество проектных решений, сокращении времени на выполнение проектных работ и их трудоемкости. Применение ЭВМ в гидромелиоративном строительстве началось в период второй половины шестидесятых – начале семидесятых годов. Но, в связи с малыми вычислительными мощностями и объемами памяти самих выпускаемых в эти годы ЭВМ, особенностями дополнительного оборудования, недостаточного опыта в автопрограммировании и практического использования, ЭВМ использовались лишь в сравнительно небольшой части проектных работ. В дальнейшем, модернизация вычислительной техники и информатики, качественный скачок программного обеспечения значительно увеличил часть проектных работ выполняемых по средствам ЭВМ. С этого времени можно говорить об использовании систем автоматизированного проектирования в процессе проектных работ. Современный опыт использования систем автоматизации проектных работ демонстрирует их высокую результативность как с точки зрения уменьшения времени непосредственного проектирования, так и повышения качества, надежности и обоснованности проектных решений [123].

Опыт применения ЭВМ при выполнении проектных работ по выправлению русел рек, демонстрирует явную эффективность только в случае комплексной автоматизации на всех этапах работ. Автоматизация должна производиться как с обработки материалов инженерных изысканий, так и заканчивая чертежно-графическими работами. В качестве основных показателей можно привести повышение производительности труда у инженеров-проектировщиков, улучшения качества их проектных решений, уменьшение времени выпуска проектной и рабочей документации.

Для комплексной автоматизации проектных работ можно воспользоваться средствами систем автоматизированного проектирования (САПР) [124].

Стоит отметить, что применение в данных работах САПР, равно как и использование ЭВМ, не может привести к автоматическому процессу проектирова-

ния, так как под автоматическими процессами подразумеваются вычисления и работы, происходящие без участия человека. Использование САПР позволяет автоматически выполнить только отдельные вычислительные операции при проектировании: чертежно-графические работы, обработку и анализ материалов изысканий, систематизация информации, различные расчеты. При таком подходе происходит значительное сокращение трудозатрат, а также сокращение сроков выполнения этих операций.

Тем не менее, следует отметить, что ЭВМ, производит расчеты по заданному алгоритму, а результат проделанной работы учитывает только количественную сторону рассматриваемой проблемы. На более общую оценку результатов расчета, как количественную, так и качественную, к настоящему моменту времени, способен только человек. Таким образом, САПР позволяет наиболее оптимально совместить творческие возможности человека и точность расчета ЭВМ. САПР позволяет наиболее быстро выполнить поиск необходимой информации, произвести нужные расчеты, и выполнить необходимые чертежно-графические и печатные работы. А проектировщик, в свою очередь, получает достаточно времени и возможности для решения творческих вопросов своей инженерной деятельности.

Итоговый результат достигается в ходе диалога с проектировщика с системами САПР. ЭВМ позволяет всесторонне проанализировать огромное количество вариантов проектных решений, внести необходимые корректировки и оптимизировать конечный результат, в наибольшей степени соответствующий предъявленным требованиям [125].

Основные предпосылки к значению, структуре и способу эксплуатации формируют основные постулаты, на которые опираются программисты при разработке программных продуктов САПР как у нас в стране, так и за рубежом. При этом решается определенный круг вопросов, главными из которых являются [126]:

- грамотное распределение обязанностей между ЭВМ и инженером-проектировщиком;
- упрощение расчетных работ по средствам создания программ для автоматизации вычислительных, чертежно-графических и других видов работ;



- усовершенствование автоматизации на всех этапах работ как подготовительной, так и проектной;
- автоматизация чертежно-графических работ.

Значительное внимание уделено математическому обеспечению процедур анализа и синтеза проектных решений, построению локальных и корпоративных вычислительных сетей САПР, составу и функциям системных сред САПР.

При проектировании переноса, спрямления или выправления русла рек необходимо учитывать комплекс требований, главными из которых являются: обеспечение безопасных и оптимальных параметров гидротехнического сооружения, экономия финансовых и материальных ресурсов при строительстве; охрана окружающей среды. Выбор проектного решения, в наибольшей степени отвечающего заданным требованиям, является основным и достаточно сложным в реализации вопросом и выражается в достаточно больших трудозатратах высококвалифицированных исполнителя. Именно поэтому развитие систем управления проектными и инженерными данными Autodesk AutoCAD Civil 3D позволяют оптимизировать работу проектировщика, упростить выполнение сложных расчетов, а также устранить возможные ошибки.

### **3.3 Формирование требований к автоматизированной системе**

На протяжении всех этапов проектирования, инженер-проектировщик принимает основные решения, необходимые для реализации поставленных задач. Тем не менее, не маловажной составляющей непосредственного проектирования являются предпроектные работы. На этом этапе формируется основа для дальнейшего анализа и решения проблемы.

**Подготовительный этап** включает в себя сбор и анализ необходимой для проектирования информации. Вся информация собирается в результате инженерных изысканий. Основными видами инженерных изысканий, необходимых для выполнения проектных работ по реабилитации малых рек являются: топографо-геодезические, гидрометеорологические и геологические. Сбор данных производится на ранних стадиях проектных работ, до принятия каких-либо проектных решений.

**Топографо-геодезические изыскания.** Цифровая модель рельефа (ЦМР) - полностью отражает трехмерное изображение реального рельефа местности на момент производства съемочных работ, что дает возможность использовать его для решения различных прикладных задач. Например, мониторинг динамики изменения рельефа, определение его любых геометрических параметров, проведение проектно-изыскательских работ, построение профилей поперечного сечения, вычисление геометрических характеристик (периметра, протяженности, площади) с учетом рельефа для нужд архитектуры и городского планирования; картографии, инженерных изысканий, навигации; мониторинга и прогнозирования геологических и гидрологических процессов, а также расчет крутизны склонов. [127].

Также, ЦМР часто используются для визуализации поверхности рельефа в виде изображения трехмерных моделей, а это, в свою очередь, дает возможность для построения виртуальных моделей местности (ВММ).

Существует несколько способов получения данных, отличающихся точностью и трудозатратами, необходимых для создания ЦМР. Чаще всего необходимая точность оговаривается с заказчиком проекта и зависит от масштабов проектирования, класса капитальности и т.д. На сегодняшний день, наиболее распространёнными источниками получения данных для создания трехмерного рельефа являются:

- топографические карты различных масштабов,
- данные дистанционного зондирования (ДДЗ),
- результаты геодезических работ с применением промерных работ и эхолотирования;

**Топографическая карта** – географическая карта универсального назначения, на которой подробно изображена местность. Топографическая карта содержит сведения об опорных геодезических пунктах, рельефе, гидрографии, растительности, грунтах, хозяйственных и культурных объектах, дорогах, коммуникациях, границах и других объектах местности (рис. 11). Полнота содержания и точность топографических карт позволяют решать технические задачи. Обычно для создания

ЦМР на основе топографических планов используются секретные карты масштабов 1:25000 и крупнее доступ, к которым порой ограничен. Все элементы топографических карт оцифровываются вручную, либо автоматически, распределяются по слоям и далее на основании полученных данных создается 3-х мерная модель рельефа.

Основной проблемой использования данных такого типа, является их быстрое устаревание. На территориях подверженных техногенезу, ежегодные изменения ландшафта, не позволяют построить адекватную модель рельефа, опираясь только на топографические карты, произведённые даже в 2000–х годах.

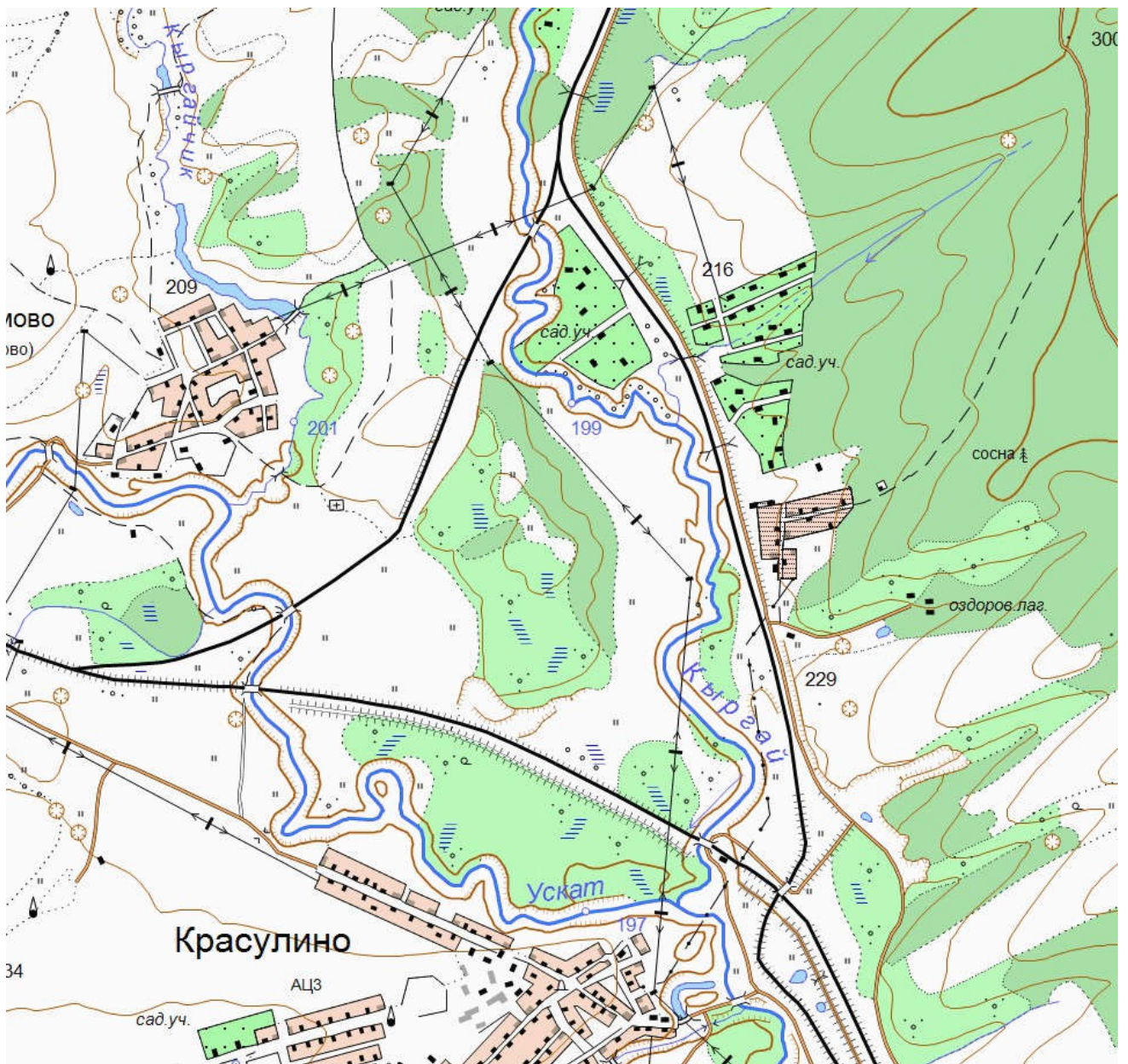


Рисунок 11. Топографическая карта

**Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)** – наблюдение поверхности Земли как космическими, так и авиационными средствами, оснащёнными различными типами съёмочной аппаратуры. Рабочий диапазон длин волн, принимаемых съёмочной аппаратурой, составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны). В настоящее время, существует два метода зондирования Земли. Пассивные методы предусматривают использование естественного отражения или вторичного теплового излучения объектов на поверхности Земли. Активные методы используют вынужденное излучение объектов, созданное искусственным источником направленного действия. Важно понимать, что корректность данных, полученные с космического аппарата (КА), в огромной степени зависят от прозрачности атмосферы. Именно поэтому на современных КА используется оборудование как активного, так и пассивного типов (т.е. многоканальное), что позволяет регистрировать электромагнитное излучение в различных диапазонах. Пространственное, радиометрическое, спектральное и временное разрешение, являются критериями точности данных, получаемых в результате дистанционного зондирования, и напрямую зависят от их [128]. В дальнейшем, для создания достоверных карт, необходимо преобразование полученных данных, по средствам устранения геометрических искажений. Данные искажения появляются в результате того, что КА, делает снимки значительной площади, и, если в центре снимка, где он снимает точно вертикально, картинка содержит не искажённую информацию, то при смещении к его краям расстояния между точками на снимке и соответствующие расстояния на Земле значительно различаются. Фотограмметрия как раз и направлена на коррекцию таких искажений. Начиная с 1990-х большая часть коммерческих снимков поставляются уже преобразованными (рис. 12). Для получения еще более точных и современных данных, может потребоваться атмосферная или радиометрическая коррекция. Атмосферная коррекция преобразует дискретные уровни сигнала, например, от 0 до 255, в их истинные физические значения, таким образом, устраняя спектральные искажения, внесенные самой атмосферой.

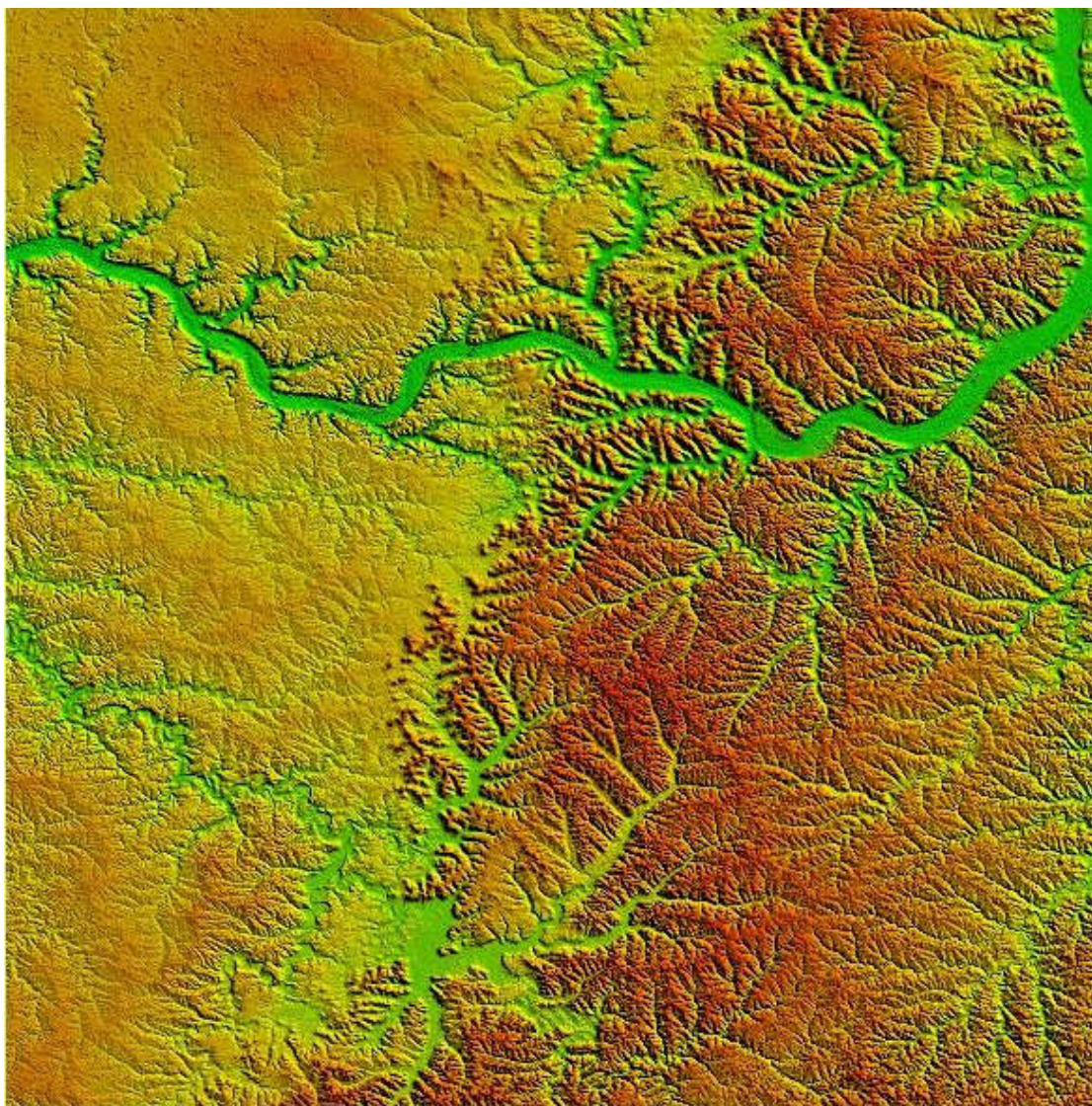
«На сегодняшний момент времени, большому кругу пользователей сети интернет доступна информация о цифровой модели Земли, полученная в результате

радарной топографической съемки с подробностью отображения до 30 м. SRTM (Shuttle radar topographic mission) – осуществленная в феврале 2000г с борта космического корабля многоразового использования «Шаттл» радарная интерферометрическая съемка поверхности земного шара. Данная съемка затронула почти всю территорию Земли между 60 град. северной широты и 54 град. южной широты, с помощью двух радиолокационных сенсоров SIR-C и X-SAR установленных на борту космического корабля. В том числе была произведена съемка и океанов. Результатом съемки стала цифровая модель рельефа 85% поверхности Земли» [129].



**Рисунок 12. Космоснимок на основе ДЗЗ**

Полученные данные SRTM появились в двух версиях. Первая версия появилась в 2003 г и именуется как предварительная, а вторая или окончательная датируется февралем 2005 г. Отличия данных версий состоит в том, что окончательная версия прошла дополнительную обработку, итогом которой стало обозначение береговых линий для рек и озер, а также устранение ошибочных значений. Данные SRTM можно загрузить в нескольких вариантах. Более точные односекундные данные (SRTM1) доступны только для территории США, на остальную же поверхность земли в свободном доступе можно найти только трехсекундные данные (SRTM3). Файлы данных представляют собой матрицу из 3601x3601 (или 1201x1201 для трехсекундной версии) значений, которая может быть подгружена в различные программные продукты или геоинформационные системы (рис. 13).

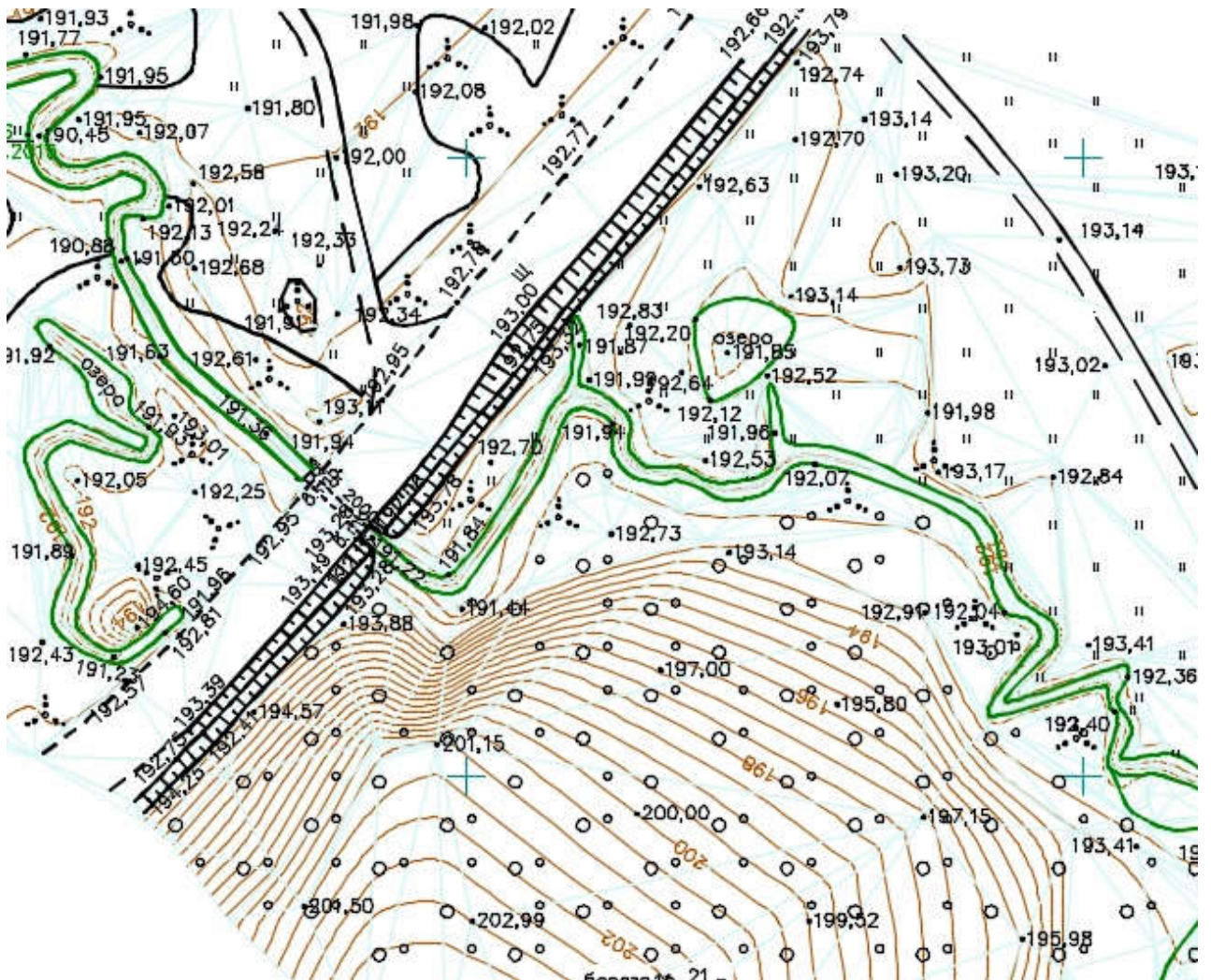


**Рисунок 13. Графическое отображение данных высот SRTM**

Вопрос применимости данных ДЗЗ и, в частности, данных SRTM, как альтернативу общепринятым методам создания цифровой модели рельефа, должен решаться в зависимости от поставленной задачи, требуемой точности высотной привязки, характеристик рельефа, другими словами индивидуально. По оценкам экспертов А.К. Корвэула и И. Эвиака «высоты SRTM имеют значительную ошибку. Для равнинной местности средняя ошибка составит 2,9 м, холмистая же местность будет характеризоваться отклонением от реальных значений в 5,4 м» [130]. Большая часть ошибок, получаемая при обработке данных SRTM, включает систематическую составляющую. Согласно выводам экспертов, для равнинных территорий по матрице высот SRTM можно построить горизонтали на топографических картах масштаба 1:50000, но для территорий на которых простираются горные хребты, высоты SRTM по своей точности уже будут соответствовать данным, полученным с топографической карты масштаба 1:100000. Еще одним применением данных SRTM можно выразить в использовании их при создании ортофотопланов по космическим снимкам высокого разрешения, снятых с незначительным углом отклонения от надира. Стоит отметить, что данные SRTM, хоть и имеют отрицательные стороны в виде систематических ошибок, тем не менее, могут служить весомым подспорьем, при решении различных прикладных задач в проектировании, независимо от степени сложности. В качестве примера, можно привести использования этих данных при построении ортофотопланов, а также для оценки сложности предстоящих топографо-геодезических работ, планирования их проведения. Данные полученные по результатам радарной съемки SRTM могут использоваться для определения относительных значений превышений точек местности, а также для обновления топографической основы территорий.

**Геодезические работы с применением промерных работ и эхолотирования.** Наиболее точными и наиболее часто используемыми данными в проектировании, на данный момент времени, являются данные полученные путем проведения геодезических работ на изучаемой местности. Используя различное современное топографическое оборудование, инженер-геодезист может получить данные для по-

строения ЦММ с ошибкой всего в несколько миллиметров. В настоящее время существует большое количество как геодезического оборудования, так и геодезических программ, необходимых для обработки полученных результатов. Результатом камеральной обработки является топографический план с изображением современного высотного положения территории, с указанием водных объектов, инженерных сооружений и различными, характерными особенностями рельефа (рис. 14). Кроме того, стоит различать понятия ЦММ (цифровая модель местности) и ЦМР (цифровая модель рельефа). ЦММ представляет собой данные о высоте земной поверхности с необходимой по проекту точностью, включая здания, строения и сооружения, дороги и коммуникации, растительность и водные объекты, а ЦМР содержат информацию о высоте непосредственно поверхности земли.



**Рисунок 14. Результат геодезических работ с промерными работами и эхолотированием**



Очень часто для построения адекватной цифровой модели местности используются все доступные источники. Это позволяет всесторонне рассмотреть изучаемый участок и уменьшить количество возможных ошибок при обработке информации.

Кроме цифровой модели рельефа, в процессе проектирования, необходимы количественные и качественные данные о исследуемом водном объекте, а также о грунтах слагающих рассматриваемую территорию. Сбор и анализ происходит в результате гидрометеорологических и геологических изысканий.

**Гидрометеорологические изыскания** включают информацию о расходах рек, скорости течения, отметках уровней воды, периодах наполнения, осушения, паводков и датах ледостава. Полученные данные необходимы для выбора количественных и качественных показателей проектируемого сооружения (ширина по дну канала, величина откосов, материал крепления и др.).

**Геологические изыскания** включают в себя сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании проектируемого русла, а также сведения об уровне грунтовых вод, и их химическом составе. Данные о грунтах, слагающих исследуемый участок, могут вноситься в виде геологических колонок на ЦМР и в дальнейшем, в автоматическом режиме, отображаться на продольных и поперечных профилях.

### **3.4 Разработка концепции автоматизированной системы проектирования**

Разработка нескольких вариантов концепции автоматизированной системы и выбор оптимального включает научно–исследовательские работы.

Основным критерием классификации систем автоматизированного проектирования является их целевое назначение [114]. Главной особенностью применения систем управления инженерными данными при выполнении проектных работ по восстановлению русел малых рек, нарушенных горными выработками, является ав-

томатизация расчетных и чертежно-графических работ на всех этапах проектирования. Поэтому, в настоящей работе, согласно существующей классификации САПР, используются:

- системы, используемые для создания различных видов чертежей;
- системы, способные работать с твердотельными 3D моделями;
- системы, специализирующиеся на автоматизации всех видов работ;
- системы, способные осуществить компьютерный анализ различных параметров в проекте;
- средства автоматизации, используемые в целях технологической оптимизации проектов.

Отличительная особенность технологий Autodesk AutoCAD Civil 3D – наличие трехмерных динамических связанных между собой объектов (поверхностей, осевых линий, продольных и поперечных профилей, площадок), создаваемых в процессе проектирования. При любом изменении проектируемого объекта обновляются и все другие, зависящие от него. Следовательно, на любой стадии проекта внесение изменений требует значительно меньших затрат времени и сил.

Простота внесения изменений при работе с Autodesk AutoCAD Civil 3D позволяет быстро рассмотреть различные варианты проектируемого объекта и принять наиболее оптимальное решение.

В сфере природообустройства огромную роль играет также правильная оценка масштаба работ, которая главным образом заключена в точном подсчете объемов земляных работ.

Земляные работы являются одним из важнейших элементов промышленного, гражданского и транспортного строительства, а также при добыче полезных ископаемых. Выделяются открытые (на поверхности земли), подземные (туннели) и подводные виды земляных работ. Они производятся машинами как на поверхности земли экскаваторами разных систем, скреперами и грейдерами, так и под водой — землечерпалками и землесосами. Кроме этого, стоит взять во внимание, что при малых объемах работ, также применяется и ручной способ. В целом под земляными

работами понимаются работы по разработке, перемещению укладки и уплотнению грунта [131].

Земляные работы характеризуются значительной стоимостью и особенной трудоемкостью. Стоимость земляных работ варьируется в зависимости от условий и методов их проведения, используемого оборудования, сроков проведения и многих других факторов. Во многом цена на земляные работы зависит от правильного составления сметы и технологии выполнения работ. Так, например, в промышленном строительстве это составляет около 15% стоимости и 18-20% трудоёмкости общего объёма работ. На работах такого характера занято около 10% общей численности рабочих строительства. В свою очередь, в водном хозяйстве земляные и бетонные работы занимают еще большее значение. Доля земляных работ в гидромелиоративном строительстве обычно составляет по стоимости 60...90% от общих затрат. В гидротехническом строительстве обычно преобладают (по материальным затратам) бетонные работы – 60...80% от общей стоимости. Если при строительстве среднего по величине дома объем монолитного бетона обычно исчисляется десятками, реже сотнями м<sup>3</sup>, то в гидротехнических сооружениях он исчисляется десятками и даже сотнями тысяч м<sup>3</sup>. Это же относится к земляным работам, изоляционным и т.д. [132].

В связи с высокой долей и стоимостью земляных работ, важность точного подсчета объема грунта является одной из приоритетных задач. В настоящее время существует несколько методов расчета.

Методы вычисления объемов земляных работ по сечениям характеризуется расчетом объемов земляных масс на основании построенных осей сечения вдоль проектируемой площади. В качестве основных, используются два способа вычисления объема: метод усредненной площади и метод призм.

Метод усредненной площади предполагает вычисление объема путем сложения площади материала данного типа на одном оси сечения ( $A_1$ ) с площадью материала данного типа на следующем оси ( $A_2$ ), с последующим делением полученной суммы пополам и умножением результата на расстояние между сечениями ( $L$ ).

Точность подсчетов определяется частотой расположения поперечных профилей по формуле:

$$V=L/2 \times [A_1+A_2]$$

Метод призм похож на метод усредненной площади, однако предусматривает использование дополнительного поперечного сечения посередине между двумя последовательными сечениями.

$$V=L/3 \times [A_1+\sqrt{A_1A_2} + A_2]$$

Выбор способа во многом зависит от условий местоположения и характеристик проектируемой площади. Так, например, если области выемки и насыпи между двумя последовательными сечениями имеют схожую форму, тогда можно использовать метод усредненной площади. При более значительных вариациях рельефа между сечениями, более точным может оказаться метод призм.

Принципиально другим способом подсчета объема земляных работ, является метод картограмм. Суть его заключается в подсчете и суммировании объемов земляных работ по участкам, на которые разбивают планируемую территорию. Для этого план организации рельефа в горизонталях совмещают с сеткой квадратов, в вершинах которых выписывают черные (существующие) отметки, найденные по топографическому плану методом интерполяции, красные (проектные) отметки, определяемые по проектным горизонталям, и рабочие отметки (разность между красными и черными отметками), характеризующие высоту подсыпки (со знаком «+») или срезки (со знаком «-»). Все фигуры сетки нумеруют и между соседними точками, имеющими рабочие отметки разных знаков, определяют положение нулевых точек. Площадь земляных работ в каждом элементе рассчитываем по формуле площади треугольника, прямоугольника и трапеции. На основании рабочих отметок вычисляют среднюю рабочую отметку для каждой фигуры и, перемножив ее на площадь каждой фигуры, получаем объем [133].

Важно понимать, что подсчет объемов стандартными средствами, через формулы и картограммы, является очень трудоемким, а его точность зависит от количества сечений продольного профиля, либо плотности сетки картограммы. В

свою очередь при подсчете объемов земляных работ с использованием САПР точность ограничивается лишь поставленной задачей. Математический аппарат программного продукта способен произвести сравнение двух поверхностей и выдать результат сравнения в необходимом пользователю виде.

Применение САПР в подсчетах объемов земляных работ позволяет в короткие сроки получить необходимую информацию, с необходимой точностью и отсутствием ошибок в расчетах. Автоматизация в процессах подсчета земляных работ освобождает инженера от монотонной трудозатратной работы и дает возможность сконцентрироваться на других творческих решениях.

Выполняется также ориентировочный расчет ожидаемой экономической эффективности и дается оценка научно-технического уровня системы на основании сбора данных об отечественных и зарубежных системах.

### **Выводы по главе 3.**

1. Основным направлением современного развития в сфере проектных работ является повышение качества и надежности проектирования природно-техногенных систем с использованием комплекса средств автоматизированного проектирования (САПР). Не маловажным направлением является обоснование проектных решений по минимизации негативных процессов, связанных с изменениями окружающей природной среды при проведении горных работ.

2. В связи с постоянно возрастающей нагрузкой на гидросферу необходимость проектирования горных работ, с обеспечением минимального негативного воздействия на окружающую среду, более чем оправдано. В свою очередь, разработку проектов по реабилитации русел малых, страдающих от негативного воздействия, возникающего при проведении горных работ, предпочтительно производить в специализированных программах.

3. Применение программного продукта Autodesk AutoCAD Civil 3D позволяет в короткие сроки получить проектные решения, с необходимыми подсчетами объемов работ, а динамичность и соподчиненность отдельных частей модели позволяет оперативно вносить изменения на любых стадиях разработки проектов.

## **Глава 4. Проектные решения по инженерно-экологическому обустройству малых рек с использованием САПР**

При автоматизации проектных работ по восстановлению и реконструкции русел малых рек необходимо проанализировать и систематизировать достаточно большое количество условий. Необходимо комплексно изучить климатические условия региона и оценить сложность реализации проекта в данных условиях, произвести различные инженерные изыскания. При необходимости все работы следует разделить на стадии проектирования. Необходимо определить категории строительства, возможности региона в поставке определённого материала для строительства, и так далее. Все это определяется на предпроектных работах. В свою очередь само проектирование по средствам САПР (в зависимости от имеющегося программного продукта в организации) в большинстве случаев опирается на следующие положения:

- 1) Диалоговый режим взаимодействия проектировщика с автоматизированным программными продуктами при разработке проектных решений.
- 2) Четкое, последовательное использование всех системных средств САПР.
- 3) Получение данных о 3D-рельефе и количественных и качественных показателях водного объекта, обычно с геологическим строением местности, в виде цифровой (математической) модели, которая в дальнейшем используется на всех этапах проектирования при разработке проектных решений, по плановому расположению оси русла, продольному и поперечным профилям проектируемого русла, пересечением русла с искусственными сооружениями и др.
- 4) Четкая последовательность основных этапов проектирования с использованием САПР. Последовательность характеризуется строительством оси сооружения, построением продольного профиля, нанесение дополнительной, необходимой информации, выбор и построение конструкции (типового профиля), создание регулировочного коридора, автоматизированный вывод объемов и необходимых чертежей.

5) Многовариантная проработка проектных решений, необходимая для оптимизации использования имеющихся ресурсов. Варианты следует прорабатывать как в целом по руслу, так и на ее отдельных участках.

6) Чертежно–графические работы, табличные результаты подсчета объемов работ, а также различные расчеты могут производиться автоматизировано на каждом этапе проектирования.

7) Промежуточная и итоговая оценка количественных и качественных показателей принятых проектных решений, а также возможность их корректировки.

Обоснование и разработка проектов восстановления и экологической реабилитации водных объектов проводятся с учетом специфики и естественных условий первоначального расположения водотока в долине. То есть вновь сформированное русло должно максимально соответствовать первоначальному, естественному руслу реки.

В настоящей диссертационной работе приведены примеры по разработке и реализации проектов по расчистке и восстановлению естественного состояния малых рек Кыргай, В. Тыхта и Заломаева в целях предотвращения их деградации.

Технические и технологические решения по данным водным объектам разработаны в целях обеспечения реализации мер, предусмотренных Федеральной целевой программой «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 гг.» (утв. Постановлением Правительства РФ от 19.04.2012 г. № 350) и направлены на экологическую реабилитацию водотоков, а также повышение защищенности горных выработок от негативного воздействия вод.

Основанием для разработки природоохранных мероприятий послужила Государственная программа Кемеровской области «Экология, недропользование и рациональное водопользование» на 2017–2019 годы, утвержденная Коллегией Администрации Кемеровской области от 16 сентября 2016 года № 362.

Проекты по восстановлению рек Кыргай, Заломаева, В. Тыхта направлены на оптимизацию гидрологического режима и восстановление нормального функцио-

нирования основных звеньев экологических систем водотоков, что, в целом, соответствует установленным требованиям, предъявляем к региональным целевым программам в области использования и охраны водных объектов.

Обоснованием необходимости применения автоматизированных систем проектных работ, таких как AutoCAD Civil 3D, является необходимость в короткие сроки получить определенные проектные решения, с необходимыми подсчетами объемов работ и чертежи. Кроме этого, динамичность и соподчиненность отдельных элементов построения, позволяет оперативно вносить изменения на любых стадиях разработки проектов.

#### **4.1 Рекультивация природно-техногенных ландшафтов**

Рекультивацию необходимо проводить на всех нарушенных территориях независимо от категорий, а также участках, непосредственно прилегающие к ним, на которых полностью или частично утрачена продуктивность, в результате различного, отрицательного воздействия горных выработок. Рекультивации нарушенных территорий должна включать 3 этапа.

Главная цель рекультивации – это возврат земель в первоначальное природопользование и содействие естественному восстановлению природных экосистем. При рекультивации, нарушенных горными выработками, земель с учетом природно-климатических условий региона, наиболее целесообразными направлениями являются:

- водохозяйственное направление;
- лесохозяйственное направление;
- сенокосно-пастбищное направление;
- природоохранное направление;
- рекреационное направление.

Рекультивация нарушенных территорий происходит по следующему алгоритму:

- анализ техногенной трансформации компонентов ландшафта природной среды;



- анализ природно-климатических, социально-экономических и технологических условий региона для обоснования выбора направления рекультивации земель;
- обоснование способов рекультивации для отдельных видов нарушенных территорий с целью оптимизации функционирования природо-техногенных систем.

Комплекс рекультивационных мероприятий представляет собой сложную многокомпонентную последовательность взаимоувязанных работ, каждая из которых объединена по уровню решаемых вопросов и технологическому исполнению. При рекультивации нарушенных территорий можно выделить их основные этапы:

- подготовительный этап заключается в инвестиционном обосновании мероприятий по рекультивации нарушенных территорий, разработку проектной и рабочей документации, определяется ее направление и выполняется рекогносцировочное обследование нарушенных территорий;
- технический этап – это реализация инженерно-технической части проекта восстановления земель, который подразумевает несколько стадий;
- заключительный биологический этап формирует культурный ландшафт на всей площади нарушенных земель.

**Первая стадия технического этапа рекультивации** подразумевает формирование рельефа местности, раздельное извлечение и складирование плодородного слоя почвы и нетоксичных горных пород, для дальнейшего их использования при последующей рекультивации в заключительной части работ.

**Вторая стадия** – характеризуется выбором места отвала и его грамотной планировкой. В качестве места предпочтение следует отдавать естественным понижениям земли (овраги или балки), также логичным будет использование участков выработанных, неиспользуемых карьеров.

Важно учесть, что заполнение данных мест следует производить безопасными, не токсичными породами. Неследование этому правилу может стать причи-

ной загрязнения подземных вод, ближайших водоемов. Таким образом, при складировании отвалов в оврагах и балках, есть необходимость изучить минералогический и химический состав размещаемых пород. Кроме этого, отвалы следует располагать в местах, которые в дальнейшем не будут использоваться для горных работ, на участках, по различным причинам, непригодных для хозяйственного использования, либо с низким плодородием почв. Выбор места для складирования горных пород подбирается с условием перспективного природного и хозяйственного развития всей прилегающей территории, то есть области как единого целого. При планировке отвалов следует отдавать предпочтение созданию такому рельефу местности, который в перспективе развития данной территории был бы пригодным в санитарном отношении, эстетически приемлемым и экономически эффективным.

*Заключительной стадией* этапа технической рекультивации, является создание потенциально плодородного корнеобитаемого слоя почвы для последующего этапа биологической мелиорации. Одним из важных показателей для плодородия почвенного слоя здесь, является качество вскрышных и вмещающих пород. В качестве рекомендации при определении пригодности вскрышных и вмещающих пород для заключительного этапа биологической рекультивации следует руководствоваться нормами ГОСТ 15.5.1.03-86. Особое внимание следует уделить фитотоксичности слагающих пород. При содержании токсичных грунтов 20 % от общей массы, непосредственно на них наносить слой почвы не рекомендуется. В данном случае следует произвести детоксикацию породы, по средствам химической мелиорации, после чего покрыть грунт нетоксичной почвообразующей породой, и уже только после всего этого, нанести почвенный слой. Химическую мелиорацию рационально проводить при содержании токсичных грунтов более чем 20 % от общей массы.

Рекомендуется техническую рекультивацию производить силами предприятия, разрабатывающего полезные ископаемые, и должны она проводиться в процессе эксплуатации карьера. При таком подходе исключаются завышенные затраты на вылаживание и планировку отвалов грунта, так как работы производятся с рыхлыми, только что уложенными породами, и соответственно требуют меньше

усилий на нарезание и перебрасывание грунта; кроме этого, уменьшается время освоения рекультивируемых площадей, так как первую планировку отвала проводят в период его формирования, а второе – в период рекультивации, после частичного самоуплотнения грунта.

К этапу технической рекультивации следует также отнести такие работы, как строительство технологических дорог, дренажа и дамб обвалования для защиты рекультивируемых площадей от поверхностного стока, а также водной и ветровой эрозии.

**Биологический этап рекультивации** является третьим и заключительным. Данный этап осуществляют после полного завершения горнотехнического этапа. Основной задачей, решаемой во время биологической рекультивации, является возвращение процесса почвообразования и восстановление почвенного покрова, повышение самоочищающей способности почвы и воспроизводство биоценозов. В ходе биологической рекультивации обеспечивается формирование устойчивого почвенного слоя, происходит накопление гумуса и питательных веществ, почвы оструктуриваются. Таким образом, свойств почвы приводятся до состояния, отвечающего требованиям необходимым для реализации цели использования.

Биологическую рекультивацию стоит проводить в две ступени. На первой ступени предпочтение стоит отдать выращиванию пионерных (предварительные, авангардные) культур, отличительной особенностью которых будет умение адаптироваться к существующим условиям и обладающим высокой восстановительной способностью. Вторая ступень заключается в переходе на выращивание культур в зависимости от целевого использованию земли.

При выборе целевого использования рекультивируемых земель, следует учесть множество факторов. Важно оценить не только пригодность рекультивируемого участка к намеченной цели использования, но и определить потребность в размещении данного объекта, на данной территории.

Виды нарушенных земель и возможные направления их использования после рекультивации приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды нарушенных земель и возможные направления их использования (ГОСТ 17.5.1.02-85)

Основные виды нарушенных земель	Рекомендации по использованию рекультивируемых площадей
Террасированные карьеры: очень глубокие и сверхглубокие	Водо-, лесо- и сельскохозяйственное в рекреационных и производственных целях, задернованные участки природоохранного назначения
Среднеглубокие карьеры различных форм, вскрывающие как четвертичные, так и коренные породы	Обводненная часть карьеров – рекреационное, по бортам – лесозащитное, равнинная неподтопляемая грунтовыми водами поверхность – сельскохозяйственное (пастбища, сенокосы). Задернованные участки природоохранного назначения; зоны отдыха
Западино-образные карьерные выработки	Обводненные – водоемы природоохранного назначения и рыбоводческие; сухие – сенокосы, пастбища, все виды лесонасаждений
Отвалы внутренние платообразные, близкие к уровню естественной поверхности	Сенокосы, пастбища, многолетние насаждения, все виды насаждений; лесонасаждения и задернованные участки природоохранного назначения
Отвалы внешние гребневидные с террасированными склонами	Сенокосы, лесонасаждения и задернованные участки природоохранного назначения
Сочетание внутренних отвалов (гребневидных, платообразных) и разрезных или остаточных траншей, преобладание коренных (скальных) пород	Лесохозяйственное на основе коренного улучшения минеральных грунтов
Невысокие гребневидные отвалы (дренажные поля), сложенные минеральными (чаще четвертичными) породами	Стокрегулирующие лесопосадки, залужение с целью восполнения кормовых угодий
Сочетание очень глубоких террасированных карьеров (во вскрыше коренные рыхлые и скальные породы) и высоких внешних отвалов гребневидных и платообразных, сложенных теми же породами	Лесопосадки противозерозионного, водоохранного, санитарно-защитного направлений, сельскохозяйственное использование платообразных отвалов
Сочетание нагорных, нагорно-глубинных карьеров и внешних отвалов с провалами над шахтными полями. в отвалах преобладают скальные породы с неблагоприятными химическими свойствами	Лесопосадки и задернение отвалов и бортов карьеров после засыпки; закрепление техническими средствами или консервация
Сочетание типов земель, сопутствующих подземной разработке каменного угля	Природоохранное: озеленение местными (зональными) видами растений

Так, например, если разработка карьера производилась в сухой выемке, то дальнейшая рекультивация данной территории позволит использовать данный участок практически в любых целях.

В свою очередь, добыча полезных ископаемых в обводненных карьерах создаст ограниченный выбор последующего целевого использования рекультивируемых территорий. Чаще всего дальнейшее использование данной территории подразумевает создание водоема, но при засыпке безвредным для грунтовых вод материалом или породами, данной территории можно создать ту же ситуацию выбора последующего целевого использования, что и при сухой выемке пород.

Выбор последующего использования рекультивируемых участков по средствам намывных гидроотвалов из вскрышных пород может быть комбинированным. Так например, намытую территорию в пределах пляжной части гидроотвала можно использовать для рекреационных целей, а прудок-отстойник – в качестве водоема.

Наиболее простым видом рекультивации является *лесохозяйственное направление*, подразумевающее создания леса под дальнейшую вырубку. Но кроме этого немаловажным бывает использование лесных насаждений как водорегулирующих, защитных и рекреационных мероприятий. Подбор древесно-кустарниковой растительности происходит с учетом характера гидрогеологического режима, типа горных пород, и других экологических условий.

*Водохозяйственное направление* использования нарушенных земель является одним из самых сложных и ответственных. Суть его заключается в создании водоемов для целей водоснабжения, рыбоводства, орошения и рекреации в карьерных выемках, деформированных участках шахтных полей, либо траншеях. Помимо заполнения самого водоема водой необходимо предусмотреть комплекс гидротехнических сооружений, которые бы могли поддерживать данный необходимый уровень воды. Особое внимание уделяется химическому составу пород, слагающих дно и откосы водоема. При их достаточной токсичности ложе водоема следует экранировать безопасными породами и противодиффузионными экранами.

Наиболее требовательным является *сельскохозяйственное направление рекультивации земель* [134-136]. Формируемые при планировке территории участки рекультивируемых земель должны быть удобными по рельефу, размерам и форме, для удобного пользования современной сельскохозяйственной техникой. Важно

правильно организовать поверхностный сток, гидрохимические показатели которого должны соответствовать всем нормам биологической рекультивации, но в то же время не должно быть допущено образование водной и ветровой эрозии.

## **4.2 Рекультивация нарушенных участков русла р. Кыргай**

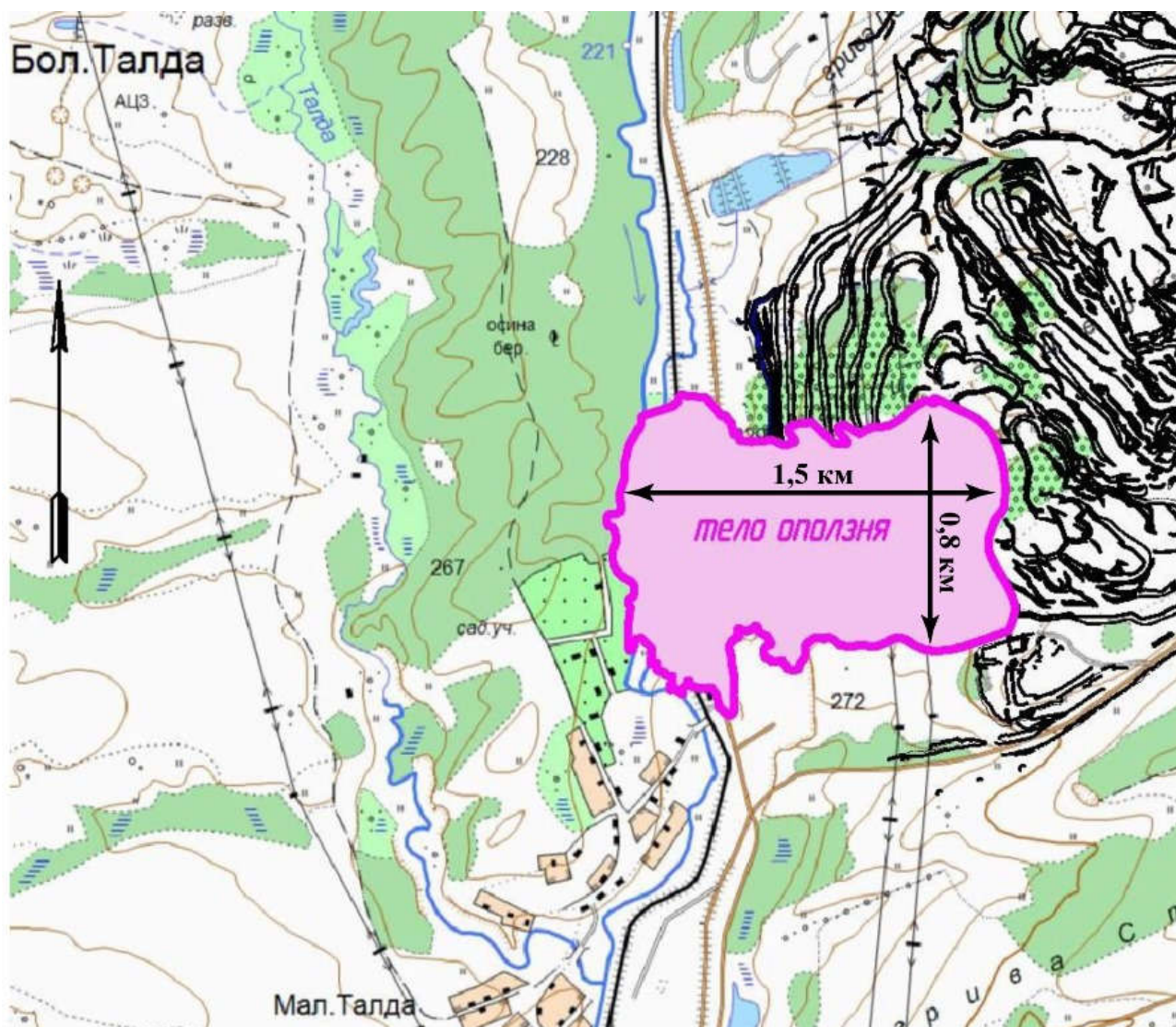
### **4.2.1 Краткая информация об участке исследований**

Участок локализации отвала № 1 разреза «Заречный» ОАО «СУЭК-Кузбасс» административно относится к Прокопьевскому району. Участок находится в центральной части Ерунаковского геолого-промышленного района Кузбасса в пределах геологического участка Талдинского месторождения каменного угля.

В геоморфологическом отношении участок исследований приурочен к левому склону долины реки Кыргай. Отметки поверхности земли в пределах участка изменяются в пределах от 252,7 до 299,2 м. Ближайшим населенным пунктом является села Бол. Талда и Мал Талда (рис. 15).

Рельеф участка холмисто-увалистый, поверхность покрыта осиново-березовой и кустарниковой растительностью, занята мощной толщей отвалов вскрышных пород разреза «Заречный». Строение участка осложнено двумя крупными логами с постоянными и временными водотоками. Тальвеги логов ориентированы в юго-западном направлении. Общее понижение рельефа наблюдается в западном направлении. Оно совпадает с направлением основного развития отвала.

Рельеф окружающей естественной поверхности обуславливает сток атмосферных осадков в паводковые периоды и дождей к району ведения отвальных работ и предполагает скопление сезонных осадков в районе локализации нижних ярусов отвала.



**Рисунок 15. Обзорная схема исследуемого участка**

Территория исследований представляет собой изрезанный логами водораздел рек Тагадыш и Кыргай. Долина реки Кыргай достигает ширины 500 м. В силу инфильтрационного способа питания водных объектов в долинах развита сеть верховодок, способствующая увлажнению основания отвала.

Оползень на внешнем отвале №1 каменноугольного месторождения разреза «Заречный» произошел 01.04.2015 г. Объем сместившейся массы составил 27,5 млн. м<sup>3</sup>, ориентировочная площадь, занятая оползнем – 120 га (рис. 16).



**Рисунок 16. Тело оползня в долине р. Кыргай**

Причинами аварии явилось несоответствие параметров отвала несущей способности его основания. Сочетание неблагоприятных климатических, орографических, инженерно-геологических и гидрогеологических условий привело к дополнительному водонасыщению пород отвального массива и основания, а также изменению их физико-механических свойств оказало существенное влияние на возникновение и развитие оползня.

При оползании склона на участке складирования вскрышных пород произошла следующая ситуация:

- перекрытие русла и поймы реки Кыргай, что создало опасность подтопления и затопления населенного пункта;
- уничтожение сельскохозяйственных угодий (естественных сенокосов и пастбищ);
- уничтожение части земель лесного фонда;
- образование завального озера на теле оползня.



Комплекс рекультивационных работ на рассматриваемой территории предусматривается в следующей последовательности:

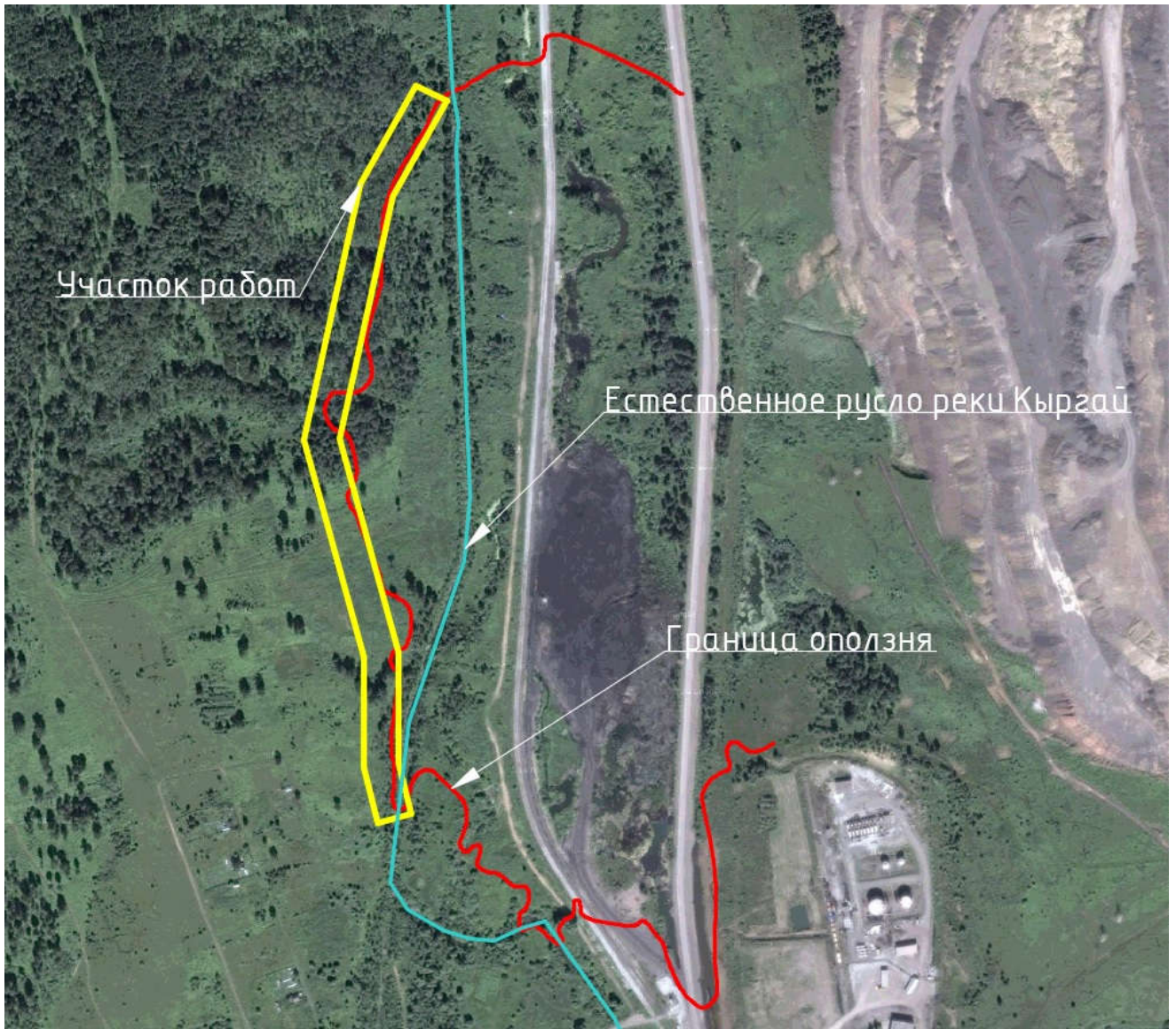
- восстановление проточности водотока с целью предотвращения подтопления и затопления сел Бол. Талда и Мал Талда;
- планировка тела оползня с минимальным объемом земляных работ и сохранением существующих или образованных в результате производства работ форм рельефа (горно–техническая рекультивация);
- подготовка территории для дальнейшего использования ее в сельскохозяйственном и лесохозяйственном направлении (биологическая рекультивация).

Ниже рассмотрен алгоритм проектных работ по восстановлению гидрологического режима р. Кыргай с использованием САПР.

#### **4.2.2 Технология автоматизации проектных работ при реконструкции русла р. Кыргай**

«Реконструкция русла реки Кыргай на рассматриваемом участке подразумевает создание нового проектного русла в обход границы оползня для предотвращения негативного воздействия вод, в том числе и затопление территории, на окружающую среду» [134] (рис. 17).

**Построение трассы проектного русла.** Трассой проектного русла или просто трассой, называется ось проектируемого сооружения относительно которого оно симметрично в плане. Трасса наносится на цифровую модель местности (ЦММ), полученную в результате обработки топографо-геодезических изысканий стандартными средствами AutoCAD – полилинейей. На плане указываются только вершины углов поворота, а кривые и переходные кривые (при необходимости) достраиваются автоматически. Радиусы кривых задаются в начале построения, но они могут быть изменены в любой момент времени, в зависимости от необходимости.



**Рисунок 17. Обзорная схема района работ на р. Кыргай**

При нанесении трассы на топографический план соблюдаются следующие требования [138, 139]:

- радиусы поворота кривых составляют не менее 5 ширин проектного русла по верху для реки с укрепленными откосами (при не укрепленных – необходимо произвести расчет скоростей и сопоставить с нормирующими таблицами);
- точки врезки проектного русла в существующее русло, по возможности, предусматриваются на прямолинейном участке;
- трасса проектного русла проходит по незастроенному участку местности, с минимальным количеством растительности (особенно древесно-кустарниковой);

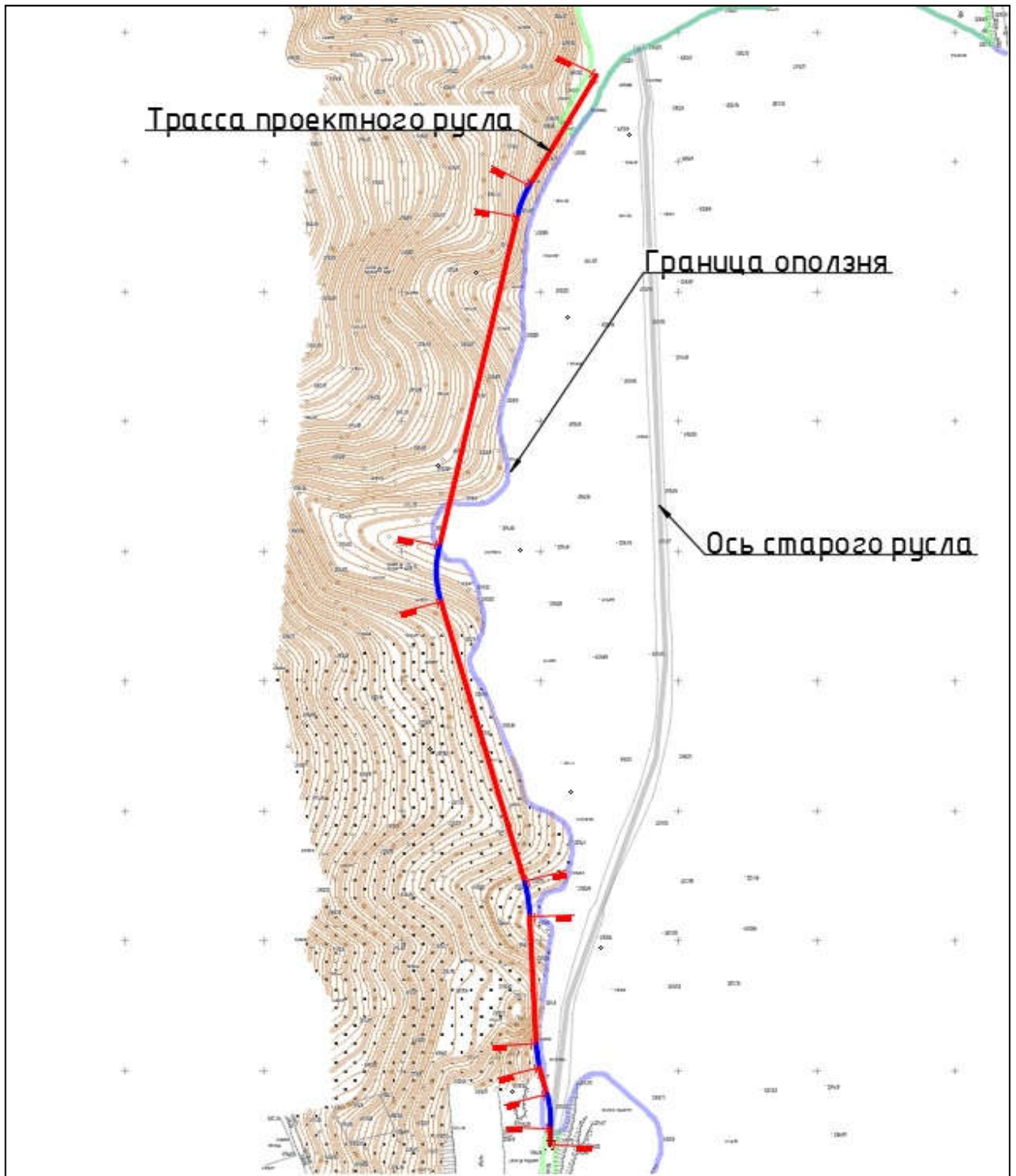
– трасса идет в обход оползневого массива.

Соблюдая необходимые требования на ЦММ, полученную в результате изысканий, наносится трасса проектного русла (рис. 18).

Прямолинейные участки трасс обозначаются красной штрихпунктирной линией, участки кривых и переходных кривых – синими. Кроме того, в автоматическом режиме добавляются метки пикетажа, как постоянного через 100 метров, так и дополнительные на углах поворота. Трасса проектного русла р. Кыргай идет вдоль границы оползня, с минимальным количеством углов поворота. Общая длина трассы составляет 854 м.

**Построение продольного профиля.** Следующим шагом является построение продольного профиля по оси трассы проектируемого русла. Продольный профиль естественных отметок земли строится автоматически, для этого указывается полилиния, по которой должен будет построиться профиль. В качестве полилинии указывается ранее запроектированная трасса.

Несомненным плюсом является полная динамичность модели. При корректировке положения трассы в плане, автоматически пересчитываются отметки естественной земли на продольном профиле. Шапка (боковик таблицы) продольного профиля является редактируемой и в зависимости от предпочтений или требований может отображать различную информацию. Наиболее часто необходимы данные о высотных отметках естественной поверхности земли, отметки дна проектируемого русла его уклона и расстояния между всеми этими характерными точками. Все эти данные заполняются автоматически.



**Рисунок 18. Построение трассы проектного русла р. Кыргай**

Далее через инструмент «создание профиля» вычерчивается проектный профиль выправляемого русла. Так же, как и для построения трассы в плане, при вычерчивании продольного профиля, существуют определенные требования:

- начало и конец проектного профиля соответствуют началу и концу профиля существующей поверхности земли, так как сопряжение проектного и существующего русла происходит «дно в дно»;

- проектный профиль выполняется в соответствии с нормами и правилами, в которых определен уклон продольного профиля в зависимости от грунтов, слагающих дно проектного русла;
- уклон дна проектного русла обеспечивает необходимую скорость потока реки, не должно быть участков с размывающими или заиляющими скоростями;
- проектный профиль располагается как можно ближе к существующей поверхности земли, обеспечив тем самым минимальные земляные работы.

Кроме профиля существующей поверхности земли и проектного профиля сооружения, инструментом «создание профиля» удобно нанести расчетные уровни воды различной вероятности, а также уровень залегания грунтовых вод.

После соблюдения всех требований и вычерчивания проектного профиля, на чертеже автоматически отображается информация об отметках существующей поверхности земли и проектных отметках продольного профиля, уклон проектного профиля, глубина выемки и высота насыпи, а также пикетаж, соответствующий пикетажу в плане. Все эти данные в автоматическом режиме снимаются с чертежа и заполняются в соответствии с графами боковика чертежа (прил. 1).

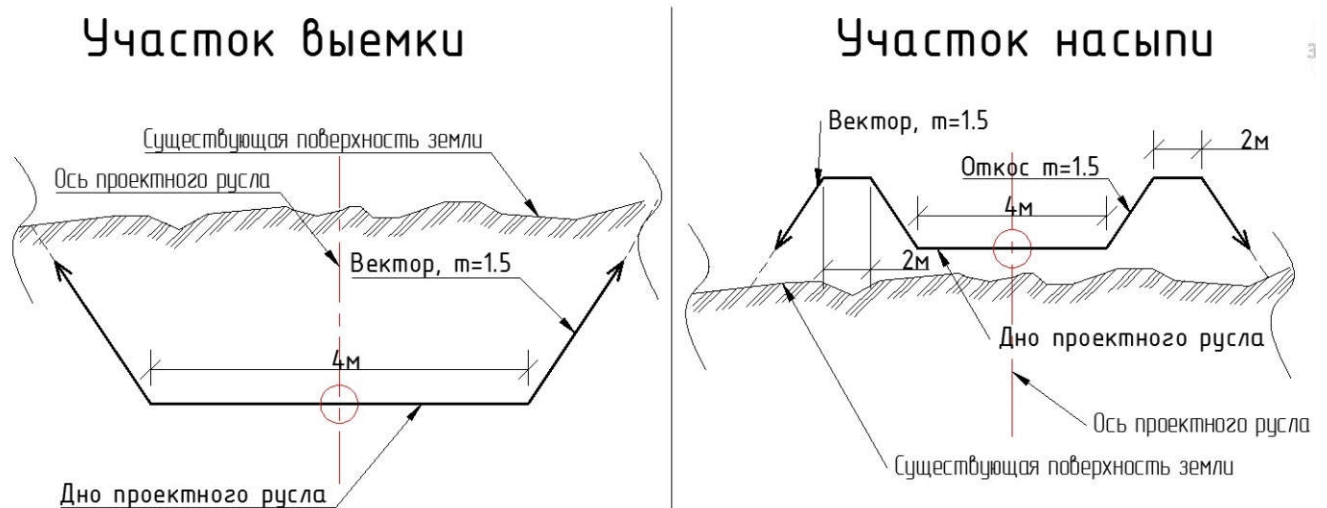
Продольный профиль проектного русла р. Кыргай полностью проходит в выемке с постоянным уклоном 6,87%. Средняя глубина выемки составляет порядка 10-12 м, что свидетельствует о довольно больших объемах земляных работ для участка длиной 854 м.

Ввиду характерных особенностей грунта по проектируемой трассе (гравелистый песок с прослоями суглинка) предусматривается крепление дна и откосов проектируемого русла.

**Построение типового поперечного профиля.** В связи с тем, что проектный профиль имеет уклон, сечение, на каждом участке проектного русла, имеет разную глубину врезки в существующую поверхность. Тем не менее, средства AutoCAD Civil 3D позволяют вычертить универсальное поперечное сечение, в котором отдельные его характеристики в автоматическом режиме будут подстраиваться под конкретные условия.

Вычерчивание поперечного сечения происходит отрезками с указанием различных параметров: уклонов, длин, отметок, поверхностей и д.р.

Построение сечения в AutoCad с применением средств Civil 3D, необходимо задаваться определенными параметрами (рис. 19).



**Рисунок 19. Типовое поперечное сечение**

Для выемки дно проектного русла представляет собой горизонтальный отрезок шириной, оптимально подобранной для конкретного расхода воды, полученного в результате гидрологических изысканий. Откос – вектор с коэффициентом откоса  $m$  (в зависимости от грунта). Началом вектора является концевая точка отрезка дна, а концом вектора – точка на существующей поверхности земли (находится автоматически, при указании необходимой поверхности). Кроме этого, при необходимости, необходимо предусмотреть бермы шириной 3 м, на каждые 8-12 метров заглубления проектного профиля. В общем виде поперечное сечение симметрично относительно оси.

В свою очередь для сечений, проходящих в насыпи или полувыемке – полунасыпи, дно русла такой же горизонтальный отрезок, внутренний откос дамбы – отрезок с коэффициентом заложения  $m$  (в зависимости от грунта) и высотой достаточной для прохождения необходимого расхода воды. Гребень дамбы – горизонтальный отрезок длиной не менее 2 метра. Иногда гребень дамбы стоит сделать шириной не менее 4,5 и использовать его как технологический проезд. Внешний

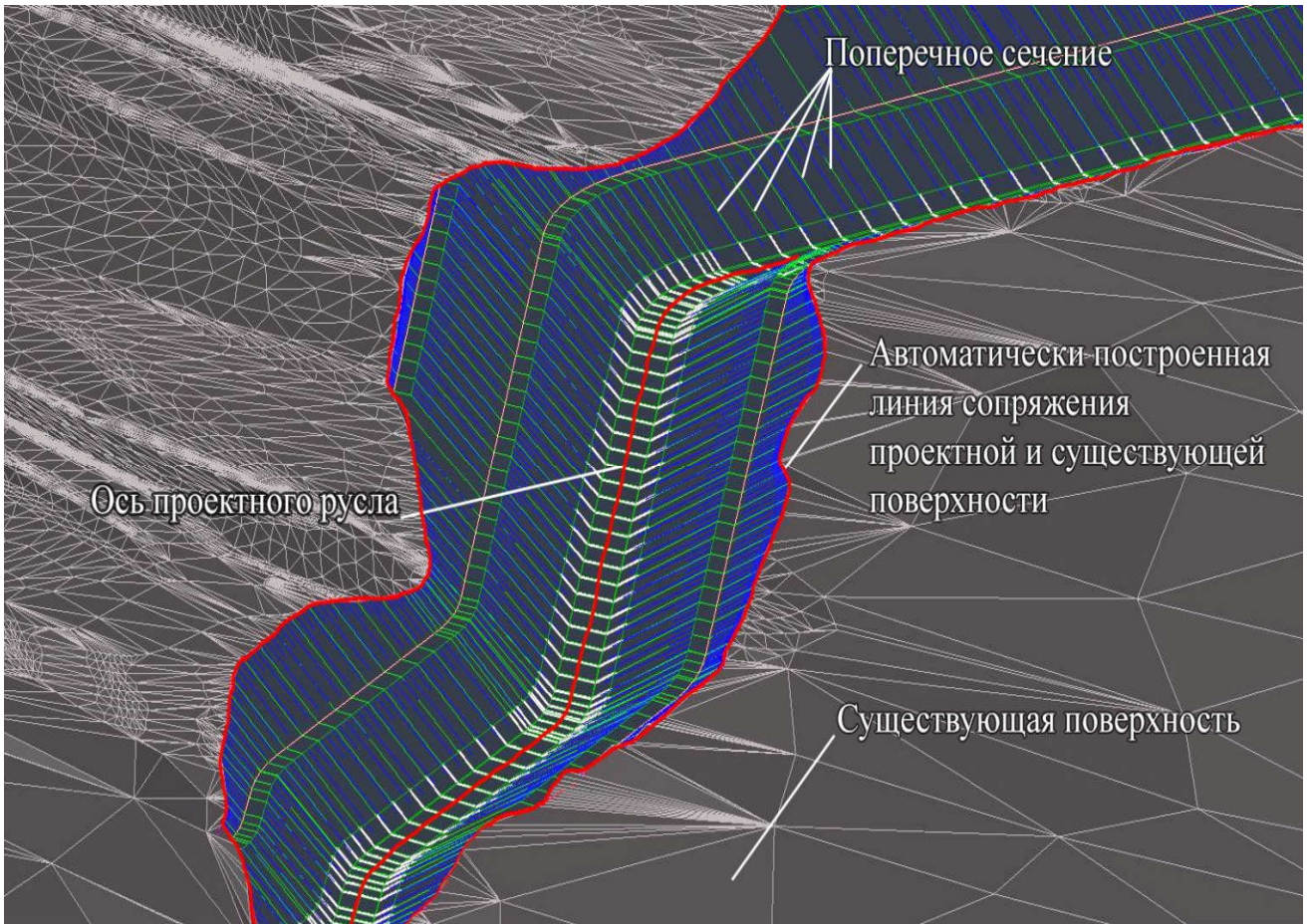
откос – вектор с коэффициентом заложения  $m$ , началом которого служит точка конца отрезка гребня дамбы, а конец вектора – это точка на существующей поверхности земли. Так же, как и для выемки, поперечное сечение симметрично относительно оси.

Поперечное сечение выправленного русла р. Кыргай, принято исходя из максимального стока вероятностью превышения 1%, что составляет  $80,59 \text{ м}^3/\text{с}$ . В данном случае используется сечение для выемки с шириной по дну 6,4 м, и заложением откосов 1:1,5 (прил. 2). При таких параметрах глубина воды в канале составит 1,95 м. Ввиду большого заглубления проектного профиля необходимо предусмотреть бермы шириной 3 м через каждые 10 метров заглубления.

**Построение проектной поверхности и подсчет объемов земляных работ.** На основании полученных данных строиться проектная поверхность. Проектная ось выправляемого русла р. Кыргай имеет 5 углов поворота, проектный продольный профиль не имеет точек перелома и вычерчен с уклоном 6,87‰, построено универсальное поперечные сечения для выемки.

Вдоль оси проектного русла реки Кыргай, с выбранными уклонами продольного профиля автоматически строиться проектная поверхность, в котором через заданное расстояние применяется универсальное сечение. В данном случае сопряжение проектной поверхности и существующей поверхности земли осуществляется автоматически, так как в качестве внешнего откоса сечения указан вектор, а не отрезок.

Ввиду того что, отметки проектной поверхности в местах сопряжения с существующей поверхностью земли между сечениями интерполируются, то чем чаще будет применено сечение, тем точнее и плавнее будет отрисовано сопряжения проектной поверхности (рис. 20).



**Рисунок 20. Сопряжение с существующей поверхностью на участке выемки**

Имея модель существующей поверхности земли и проектную поверхность можно найти необходимые объемы земляных работ. Объемы земляных работ представляются в таблице и автоматически определяются в результате сравнения двух поверхностей (табл. 7).

**Таблица 7 – Объем работ при реконструкции р. Кыргай**

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Длина проектируемого русла	м	875
2	Объем выемки грунта	тыс. м <sup>3</sup>	329,9
3	Укрепительные работы дна и откосов выправленного русла габионными конструкциями:	тыс. м <sup>2</sup>	22,888

Полученные в результате построения поверхности можно визуализировать (рис. 21).





**Рисунок 21. 3D отображение проектируемого сооружения**

Восстановление проточности р. Кыргай позволит предотвратить подтопление территорий населенных пунктов, а также объектов их инфраструктуры.

**Технический этап** рекультивации сводится к подготовке нарушенной территории к различным видам целевого использования. Вид последующего освоения земель определяет характер планировочных работ (сплошных, террасных, частичных). Объем планировочных работ при выполаживании поверхности зависит от угла естественного откоса, высоты и периметра оползневого тела.

**Биологический этап** рекультивации следует производить после полного завершения технического этапа. Основная роль его заключается в восстановлении почвенного покрова.

Породы, слагающие тело оползня, относятся к малопригодным для сельскохозяйственного освоения, поэтому их целесообразно использовать под сенокосы и пастбища.

Для создания территории под сенокосы и пастбища изначально следует провести планировку и нанесение плодородного слоя почвы на потенциально плодородные горные породы мощностью до 40 см, затем в течение 2-3 лет выращивают многолетние травы. Следующим мероприятием будет вторая планировка и минимальная обработка почвы. В дальнейшем возделывают многолетние злаково-бобовые травы на сено или на выпас скота.

### **Выводы:**

1. Активизация процессов оползания речных склонов при добыче полезных ископаемых серьезно нарушает рельеф водосборных бассейнов и состояние поверхностных вод. Реконструкция русла реки предусмотрена с учетом специфики и естественных условий первоначального расположения водотока в долине.

2. Применение Autodesk AutoCAD Civil 3D позволило сократить время обработки информации, а также не только исключить возможные ошибки при подсчетах земляных работ, но и увеличить точность произведённых расчетов, необходимых для реконструкции пересыпанного в результате схода оползня естественного русла р. Кыргай.

3. При рекультивации техногенных ландшафтов необходимо проведение комплексных экологических исследований с учетом природно-климатических, географических, геологических и других условий отдельных (конкретных) регионов.

4. Принятые рекультивационные мероприятия в дальнейшем позволят использовать данную территорию в сельскохозяйственном либо лесохозяйственном направлении.

### **4.3 Реконструкция русла р. Заломаева**

#### **4.3.1 Краткая информация об участке исследований**

Проектируемая Шахта Увальная расположена в юго-западной части Терсинского геолого-экономического района Кузбасса, в пределах Увального каменноугольного месторождения. Административно шахта находится на территории Новокузнецкого района Кемеровской области в 30 км северо-восточнее г. Новокузнецка и в двух км южнее п. Увал.

Река Заломаева имеет общее направление течения с юго-востока (верховье) на северо-запад, и в геоморфологическом отношении протекает по холмисто-увалистом рельефу, с перепадом абсолютных отметок поверхности от 234 м (верховье) до 189 м при выходе в пойменную часть р. Томь, где река Заломаева впадает в озеро Бобровое.

Долина реки имеет асимметричный V-образный профиль, в котором северо-восточный склон (правый борт) более пологий, а левый борт (юго-западный) более крутой. Ширина пойменной части профиля долины реки Заломаева в среднем составляет 30-80 м в верховье реки и до 150 м при ее выходе в пойму р. Томи. Река на всем протяжении весьма сильно меандрирует. Наличие стариц незначительное. Питание реки происходит за счет разгрузки подземных вод и атмосферных осадков.

Пойменная часть реки практически на всем протяжении избыточно увлажнена. Залесенность самой поймы незначительная и представлена в основном кустарником. На бортах склонов реки произрастает хвойный лес (пихта, ель, кедр, реже береза и осина) (рис. 22).

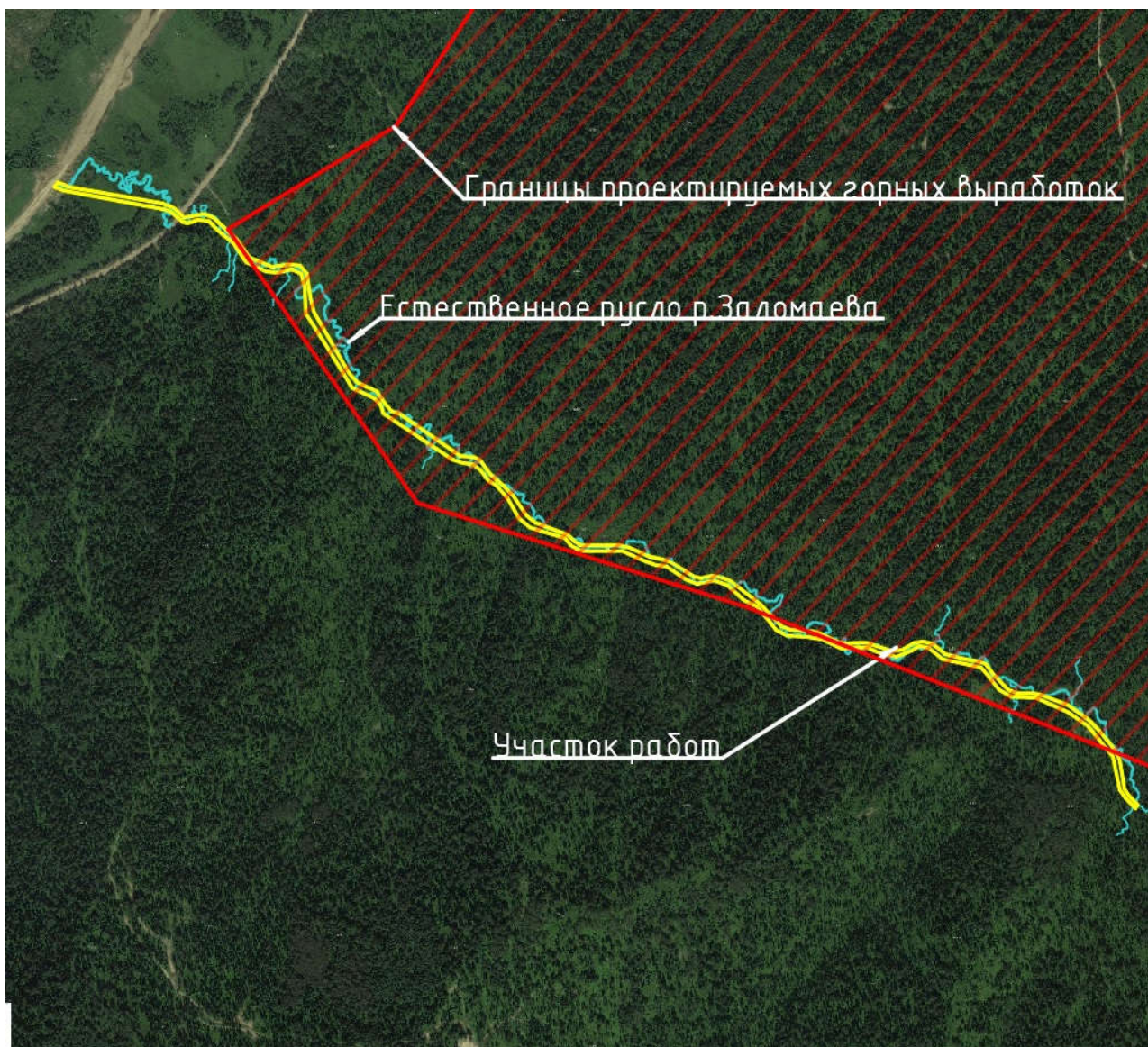


**Рисунок 22. Река Заломаева на участке работ**

Границы проектируемых шахтных выработок пересекают естественное русло р. Заломаева на участке длиной 3787 м (рис. 23).

Ввиду того, что грунт слагающий пойму реки представлен преимущественно суглинками и супесями, велик риск притока воды в проектируемые выработки, и в связи с этим нарушение условий нормальной разработки месторождения. Кроме этого возможен прорыв воды в шахты, разрушение водой горных пород, окружающих выработки.

«Прорыв воды является одним из опаснейших видов фильтрационных деформаций. В результате оказываются затопленными или заполненными суспензиями километры подземных выработок. Прорывы воды явление катастрофическое, приводящее к затоплению, запесочиванию подземных выработок, потере горной техники и выходу из строя на продолжительный срок участков подземного объекта» [140].



**Рисунок 23. Обзорная схема района работ р. Заломаева**

Следовательно, уменьшить или исключить притоки водных масс в подземные сооружения можно путем переноса и укрепления противofильтрационным материалом русла р. Заломаева на участке горных работ шахты «Увальная».

#### **4.3.2 Технология автоматизации проектных работ при реконструкции русла р. Заломаева**

Для исключения негативного влияния реки Заломаева на проектируемый участок горных работ шахты «Увальная» необходимо минимизировать площадь пересечения в плане проектируемых шахтных выработок с руслом реки, а при невозможности выполнить данные требования, максимально обезопасить выполнение

шахтных работ для исключения затопления поверхностными водами. Для обеспечения безопасности проведения шахтных работ необходимо исключить возможность фильтрации воды из русла в нижестоящие слои горных пород» [141].

При пересечении рек с проектируемыми горными выработками, водотоки рассматриваются как линейно-протяжённый объект. При необходимости изменения параметров реки, предпочтительно использование специальных автоматизированных программ [142,143]. Трассирование линейного сооружения происходит по 3D-модели местности с помощью специальных инструментов создания динамических объектов – трасс.

Все необходимые параметры геометрических элементов задаются перед началом проектирования трассы и могут изменяться при редактировании ее оси. Оформление трассы определяется назначенными стилями объектов и меток, что обеспечивает соответствие стандартам оформления для конкретного линейного сооружения. Кроме того, при изменении любого элемента трассы происходит автоматическое обновление всего зависимого пикетажа, всех меток и других данных, относящихся к трассе. На основе оси трассы и поверхности земли быстро формируются динамические профили. Благодаря динамическим связям проекта при изменении трассы или корректировке рельефа профили автоматически перестраиваются, обновляются все метки и данные на видах профилей [144].

Сокращение притоков поверхностных вод и устранение ущерба при деформации русел при проведении горных работ достигаются регулированием их формирования. Регулирование русла реки на участке большой длины – это наиболее универсальный и надежный прием комплексного решения многих задач. Этот прием отличается от других также большим объемом работ. Поэтому необходимо одновременно с регулированием задач по оптимизации водного режима реки, решать задачи сокращения объема работ. Местоположение проектируемого русла называется коридором регулирования. Такой коридор служит основой для размещения выправительных и защитных сооружений для выбора их конструкций и определения объемов различных видов работ.

При проектировании регулировочного коридора решаются следующие вопросы:

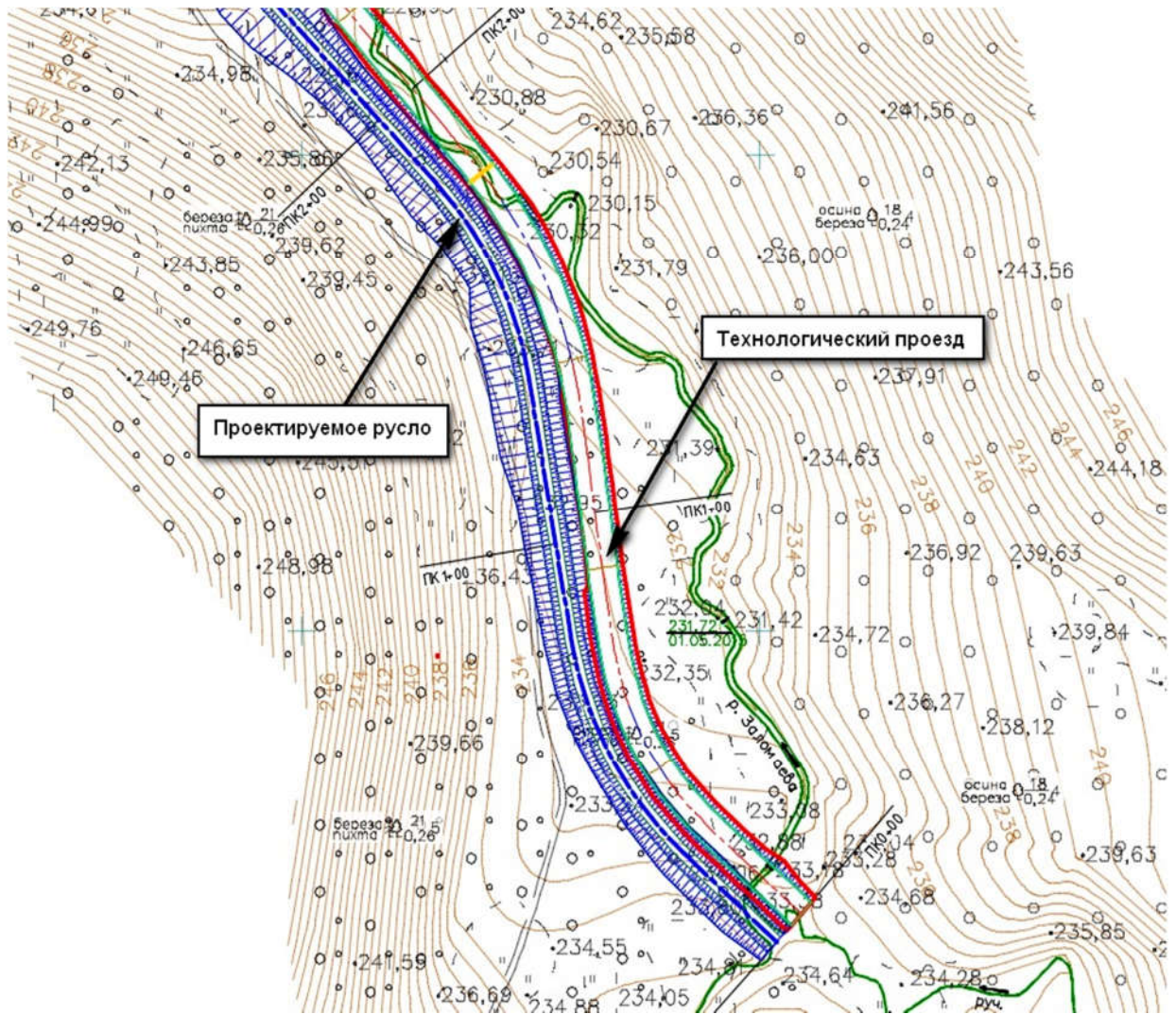
- устанавливается трасса (ось сооружения) на плане проектируемого русла;
- назначается величина заглубления продольного профиля, и проектируются поперечные сечения;
- выполняются поверочные расчеты параметров запроектированного русла.

При проектировании регулировочного коридора в наибольшей степени используется существующее основное русло и корректируется до его устойчивой ширины. Проектируемый канал принят в сечении трапецеидальной формы и по своим характеристикам приближен к параметрам естественного потока реки. Согласно проведенным расчетам общая длина канала составляет 3787 м (рис. 24).

Ширина по дну канала принята 2,9 м, глубина –1 м. Вся трасса проектируемого канала проходит в выемке и разделена на два участка. Средний уклон первого участка, длиной 3428 м, составляет 12‰, второго длиной 359 м – 6,57‰ (прил. 3). Применяется типовое поперечное сечение с заложением откосов 1:2.

Для предотвращения фильтрации поверхностных вод предусматривается укладка противофильтрационного материала по дну и откосам канала. Противофильтрационный материал площадью 36760 м<sup>2</sup> выполнен из пленки.

Строительство проектируемого русла предусматривается производить с берега, поэтому для проезда дорожно-строительной техники вдоль сооружения планируется прокладка технологического проезда. Технологический проезд предусматривается выполнить как дорогу с низкой интенсивностью движения (НИД) и в дальнейшем использовать как эксплуатационную. Технологический проезд идет вдоль линейно-протяжённого объекта, и практически полностью повторяют очертания канала в плане и продольном профиле. Тем не менее, если для канала, в общем виде, характерен отрицательный уклон продольного профиля, то продольный профиль дороги, на разных участках, может иметь разные по знаку уклоны и характеризоваться, как участки спуска, так и участки подъема.



**Рисунок 24. План трассы проектируемого русла р. Заломаева**

Технологический проезд непосредственно увязан со спрямляемым каналом. Ввиду того, что продольные профили проектируемого русла и технологического проезда не являются одинаковыми, нет возможности использовать универсальную, совмещенную конструкцию для отрисовки проектных поверхностей.

Таким образом, трасса для спрямляемого русла и трасса для технологического проезда будут разные, но максимально приближенные друг к другу в плане.

Так как технологический проезд, также, как и канал, является линейно-протяженным сооружением, его проектирование так же проводится в Autodesk AutoCAD Civil 3D и увязывается с уже спроектированным каналом.

В общем виде типовое поперечное сечение канала и технологического проезда представлено в приложении 4.



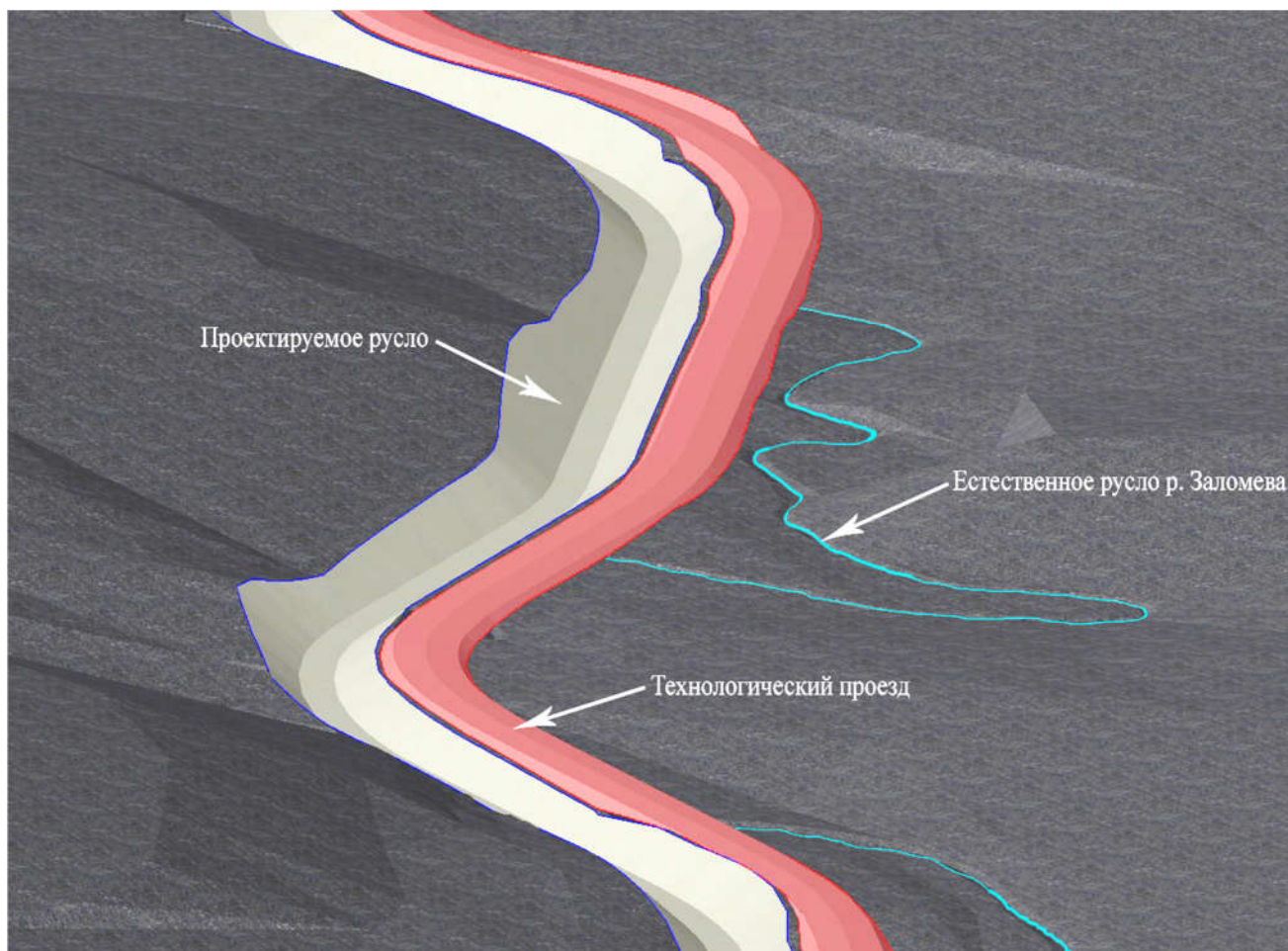
При сооружении земляного полотна технологического проезда высоту насыпей устанавливают по продольному профилю. Проезжую часть и обочины отделяют от прилегающей местности наклонными плоскостями – откосами, обеспечивающими устойчивость полотна. Ширина проезжей части дороги составляет 4,5 метра, обочины шириной 1,0 м предусмотрены с обеих сторон 1м. Крутизну заложения откосов принимают не менее 1:1,5.

Все расчеты по объему проектируемых работ выполнены автоматически и представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Объем работ при реконструкции р. Заломаева

№ п/п	Наименование	ед. изм	1 участок	2 участок	Всего
<b><i>Проектируемый канал</i></b>					
1	Длина проектируемого русла	м	3428	359	3787
2	Площадь срезки плодородного слоя грунта	м <sup>2</sup>	39787	4043	43830
3	Объем выемки грунта	м <sup>3</sup>	78840	4835	83675
4	Объем каменной наброска (h=0,4м, Dк=140 мм)	м <sup>3</sup>	13780	1630	15410
5	Объем песка для подстилающего (h=0,3м) и защитного слоя (h=0,3м)	м <sup>3</sup>	17525	2100	19625
6	Пленка (h=0,1мм)	м <sup>2</sup>	31174	3770	34944
<b><i>Технологический проезд</i></b>					
1	Площадь срезки плодородного слоя грунта	м <sup>2</sup>	160239	15076	175315
2	Объем выемки грунта	м <sup>3</sup>	7651	790	8441
3	Объем насыпи	м <sup>3</sup>	20700	1859	22559
<b><i>Рекультивация территории</i></b>					
1	Объем засыпки старого русла	м <sup>3</sup>	2600	580	3180
2	Рекультивация участка старого русла	м <sup>2</sup>	20974	5702	26676

После выбора необходимых параметров и построения поверхностей можно визуализировать полученные результаты (рис. 25).



**Рисунок 25. 3D отображение проектируемых сооружений**

*Техническая рекультивация* при производстве работ.

*На первой стадии технической рекультивации* производится селективная разработка грунта.

Площадь разработки составляет 219,145 тыс. м<sup>2</sup>, мощность почвенного слоя принимается 0,3 м. Перед началом работ почвенный слой срезается с поверхности полосы производства работ (с площадей под проектируемым каналом, технологическим проездом). Почвенный грунт вывозится и размещается на участках временного складирования почвенного грунта. Общий объем срезанного почвенного грунта составит 65,743 тыс. м<sup>3</sup>.

Природоохранные мероприятия позволят предотвратить уплотнение почвенного покрова, его уничтожение в результате проезда техники и автотранспорта, проведения земляных работ.

После завершения работ по переносу русла *предусматривается вторая стадия технической рекультивации*. Данный этап включает планировку территории для ликвидации нарушений рельефа, вызванных строительной техникой, также засыпаются участки старого русла. Площадь планировки составляет 203,017 тыс. м<sup>2</sup>.

*Биологический этап* рекультивации осуществляют после полного завершения технического этапа. Биологический этап рекультивации состоит в восстановлении почвенного покрова, для этого производится доставка и нанесение плодородного почвенного слоя на всю нарушенную территорию и засев его многолетними травами. В весенний период следующего за строительством года осуществляется контроль качества выполнения рекультивации, в том числе контроль всхожести семян многолетних трав. Правильно и вовремя выполненная рекультивация нарушенных земель позволит минимизировать нарушения поверхностного стока с территории, предотвратить интенсификацию процессов водной и ветровой эрозии.

Рекультивируемую территорию, площадью 203,017 тыс. м<sup>2</sup>, рекомендуется использовать в лесохозяйственных целях, так как это наиболее удобный и дешевый вид освоения нарушенных территорий. На первых этапах стоит использовать быстрорастущие породы (например, тополя и ивы). При дальнейшем формировании насаждений следующие породы древесных и кустарниковых культур рекомендуется выбирать в зависимости от качества почвы рекультивируемого объекта.

#### **Выводы:**

1. Выбор конструктивных и проектных решений систем защиты шахтных полей обоснован из условий обеспечения наименьшего ущерба в результате нарушения гидрологического режима и размыва берегов поверхностных водных объектов и деформаций сооружений на прилегающей территории.

2. Выбранный способ защиты горных выработок от прорыва речных вод удовлетворяет всем требованиям по исключению негативного воздействия на окружающую, кроме того, использование 3D моделирования позволяет определить необходимые объемы и характеристики проектируемых сооружений.

3. Выбранные рекультивационные мероприятия позволяют вернуть в оборот территории, нарушенные горными работами и использовать их по лесохозяйственному назначению, а также снизить возможный ущерб почвам в результате водной и ветровой эрозии.

#### **4.4 Рекультивация нарушенных участков русла р. В. Тыхта**

##### **4.4.1 Краткая информация об участке исследований**

Наиболее распространенным видом техногенных массивов в горнодобывающей промышленности являются отвалы вскрышных пород. Отвалы являются типичным продуктом техногенеза в горном деле, и их породы претерпевают изменения, подобные природным геологическим процессам литогенеза. Однако отличительной их особенностью от природных процессов является мгновенная (с геологических позиций) скорость протекания.

По административному положению участок открытых горных работ разрез «Первомайский» ООО «Шахтоуправление «Майское» расположен в Прокопьевском муниципальном районе Кемеровской области. Ближайшей застройкой являются поселки Котино и Майский. Разрез «Первомайский» построен на участке Соколовского каменноугольного месторождения Ерунковского геолого-экономического района.

Объект расположен как на нарушенной территории, используемой в технологическом цикле добычи полезных ископаемых, так и на территории, занятой пашнями, кормовыми угодьями, болотом, лесным массивом в верхнем течении р. Верхняя Тыхта (рис. 26).

Устье р. Верхняя Тыхта находится в 40 км по левому берегу реки Ускат. Длина реки составляет 35 км, в 1 км от устья, по правому берегу реки впадает река Кольчегиз.

На период изысканий рельеф на исследуемом участке сильно расчлененный и нарушен горными работами. Абсолютные отметки колеблются от 294,0 (в пойме) до 306,5 м (на террасе), превышение составляет 5,4 м. Исследуемый участок является постоянно естественно подтопленной территорией.

В 2014 году из-за оползания склона внешнего автоотвала разреза «Первомайский» русло реки В. Тыхта было частично перекрыто.



**Рисунок 26. Река Верхняя Тыхта на участке схода оползня**

В результате снижения пропускной способности русла произошло затопление значительной части территории выше по течению реки и образовалось озеро длиной около 2 км и максимальной глубиной 1,1-1,2 м (рис 27).

Длина участка реки, на котором нарушено его естественное течение, составляет 350 м. Суть природоохранных мероприятий заключается в переносе русла реки от участка, где произошло подпруживание реки, в наиболее подходящее место.

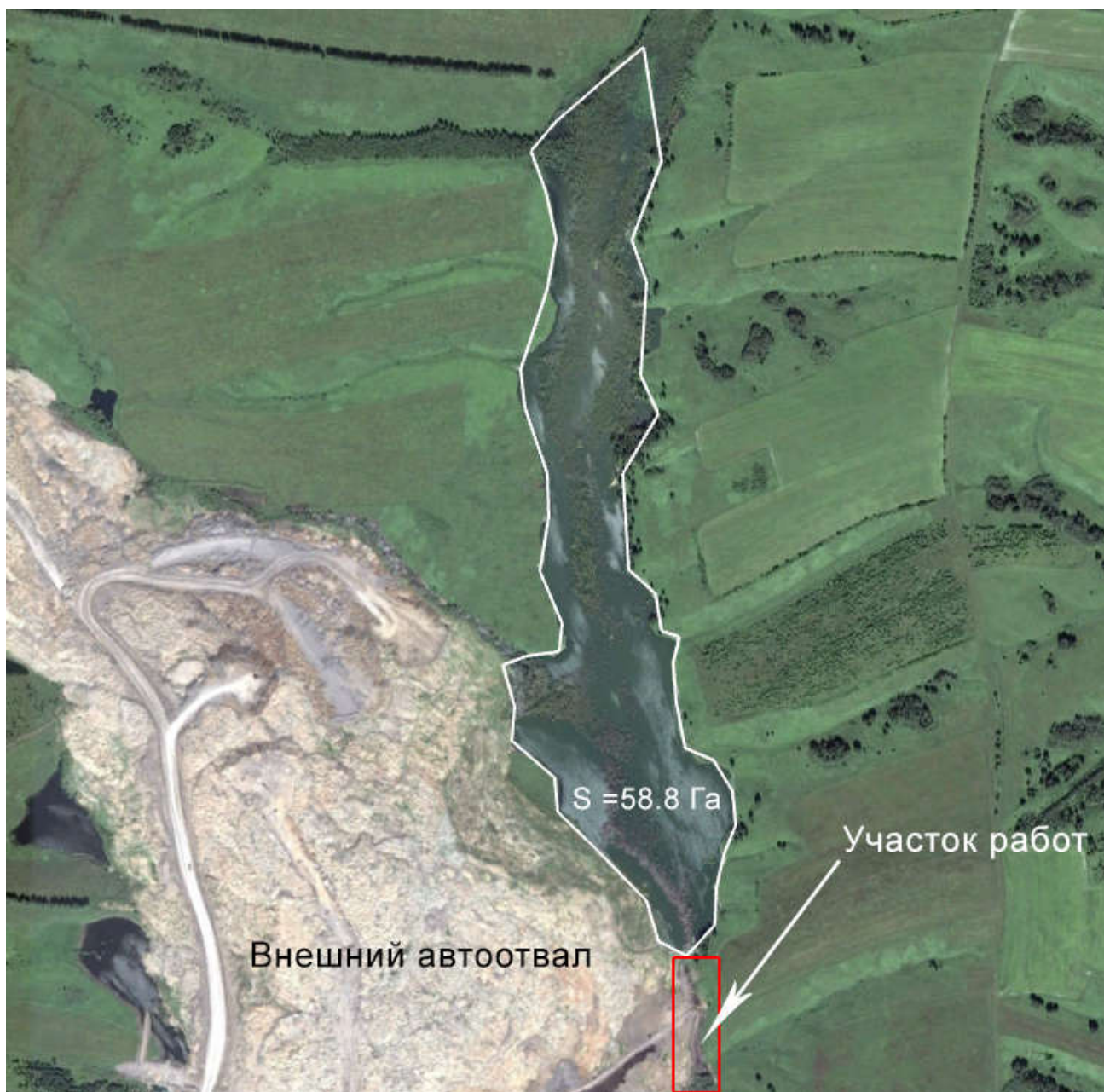


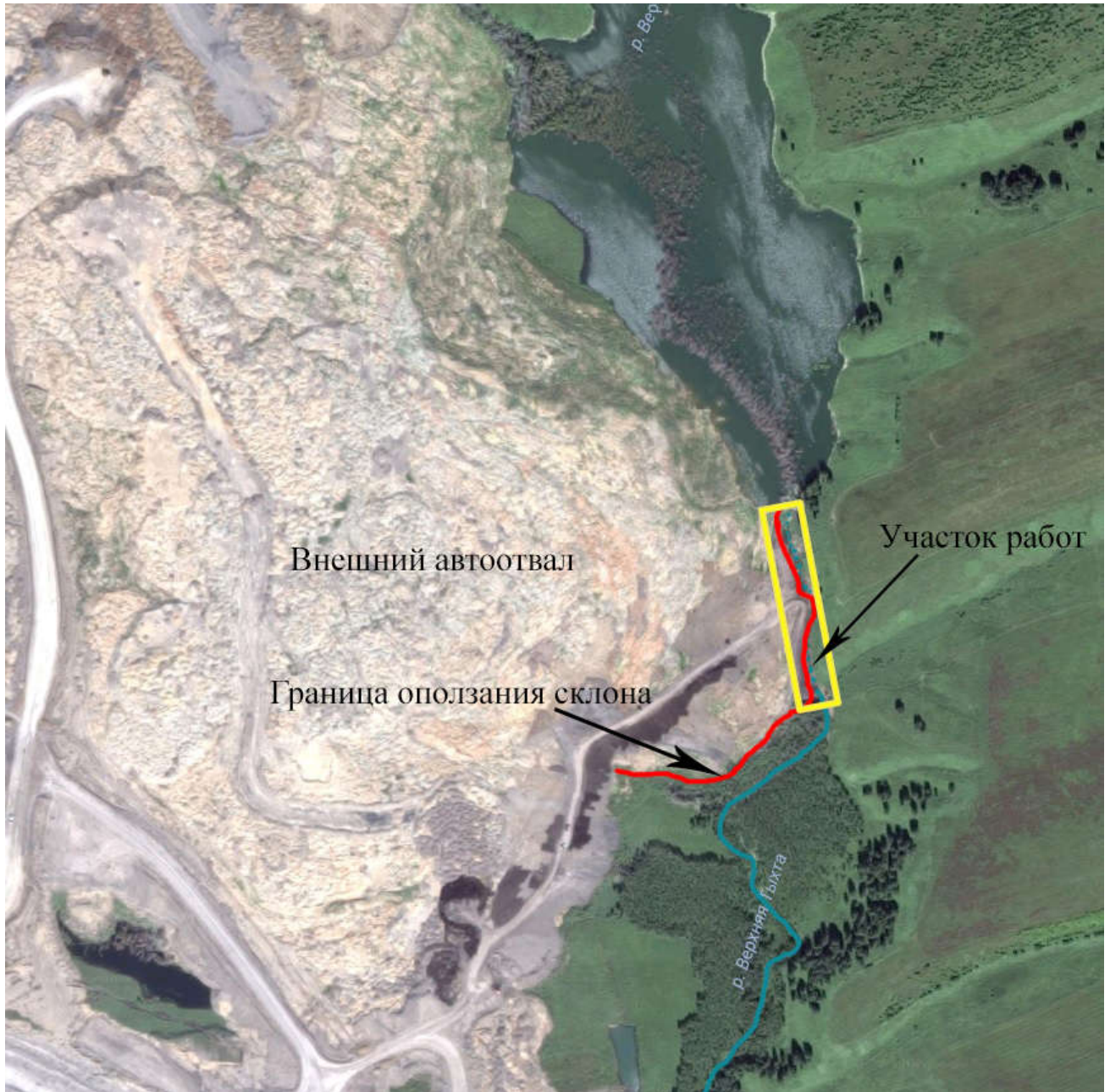
Рисунок 27. Площадь затопления

#### 4.4.2 Технология автоматизации проектных работ при реконструкции русла р. В. Тыхта

«Реконструкция русла р. Верхняя Тыхта подразумевает создание нового проектного русла в обход границы оползня по намеченной пионерной прорези для предотвращения негативного воздействия вод (затопление территории)» [145].

Первоочередной задачей является получение картографического материала изучаемой местности (рис. 28). Для выправления русла р. Верхняя Тыхта была проведена топографо – геодезическая съемка. Далее, на подгруженном в программу

Autodesk AutoCAD Civil 3D картографическом материале, стандартными средствами программы наносится проектная ось выплавляемого русла (рис. 29).



**Рисунок 28. Схема участка работ**

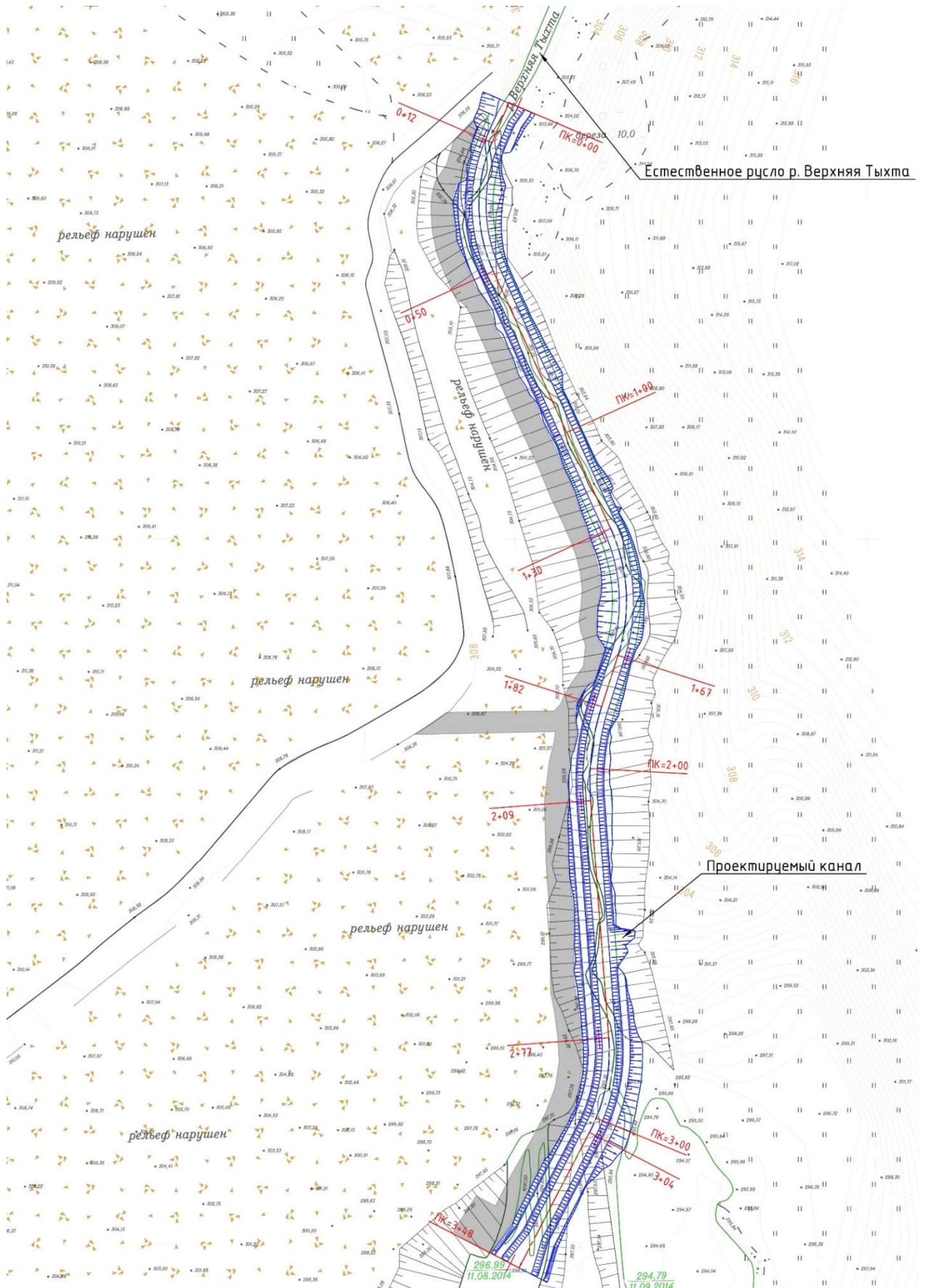


Рисунок 29. План трассы проектируемого русла р. Верхняя Тыхта



Расположение принятой проектной оси в плане удовлетворяет следующим требованиям:

- проектное русло идет в обход оползня, и исключает дальнейшую возможность его перекрытия автоотвалами;
- трасса имеет наименьшее количество углов поворота, рельеф вдоль проектного русла относительно ровный, без сильных перепадов высот и освобожден от застройки;
- точки врезки проектного русла в существующее, по возможности, проходят на прямолинейном участке, то же самое относится и к его месту впадения в естественное русло реки.

В результате выполнения всех условий протяженность участка выправления русла р. Верхняя Тыхта составляет 348 метров.

Второй этап заключается в построении продольного профиля существующей поверхности земли и вычерчивания проектного профиля выплавляемого русла.

Вычерчивание продольного профиля существующей поверхности земли происходит в автоматическом режиме, а для его построения необходимо лишь указать программе проектную ось выправляемого русла, которая уже нанесена на план. Далее на автоматически созданном чертеже, инструментом создания профилей вычерчивается проектный профиль выправляемого русла.

Начало и конец проектного профиля должны соответствовать началу и концу существующей поверхности земли, так как сопряжение проектного и существующего русла происходит «дно в дно». Проектный профиль выполняется в соответствии с нормами и правилами, в которых определен уклон продольного профиля в зависимости от грунтов, слагающих дно проектного русла. При необходимости, вместо одной непрерывной линии, проектный профиль может состоять из отрезков с разными уклонами, тем самым обозначаются точки перелома. Другими словами, уклон дна проектного русла должен обеспечить необходимую скорость потока реки, не должно быть участков с размывающими или заиляющими скоростями.

Кроме того, проектный профиль должен располагаться как можно ближе к существующей поверхности земли, обеспечив тем самым минимальный объем земляных работ.

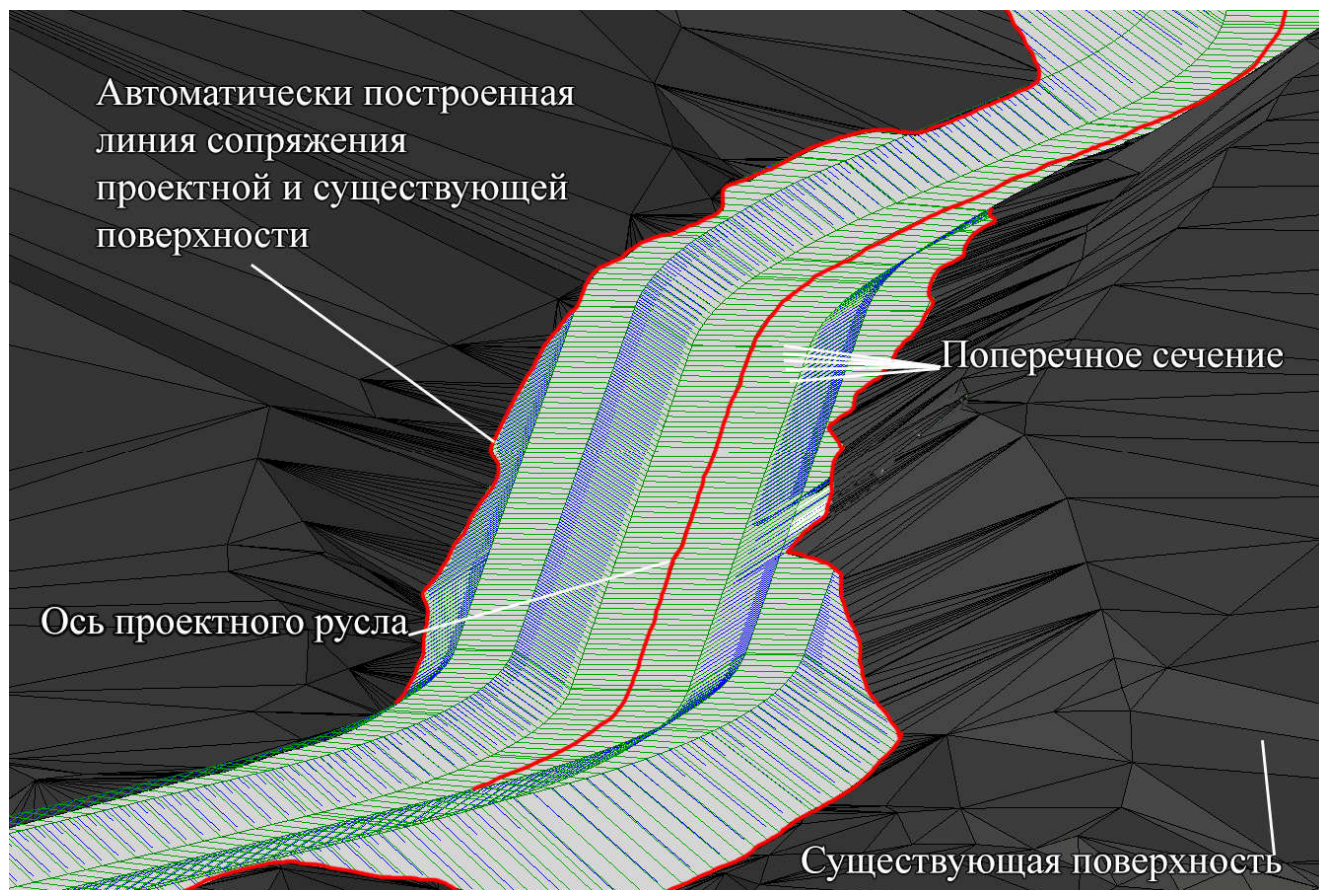
После соблюдения всех требований и ручного вычерчивания проектного профиля, на чертеже автоматически отображается информация о существующих отметках поверхности земли и проектных отметках продольного профиля, уклон проектного профиля, глубина выемки и высота насыпи, а также пикетаж, соответствующий пикетажу в плане. Все эти данные в автоматическом режиме снимаются с чертежа и заполняются в соответствии с графами боковика чертежа.

Продольный профиль имеет 1 точку перелома и вычерчен с уклоном 30‰ до и 5‰ после точки перелома, для создания необходимой пропускной способности русла (прил. 5).

После вычерчивания проектного профиля выправляемого участка реки получаем, что на протяжении 200 метров проектный профиль находится ниже существующей поверхности земли, что соответствует выемке. Далее на протяжении 100 метров проектный профиль находится выше, то есть проходит в насыпи, следовательно, на этом участке необходимо устройство оградительных дамб. Оставшиеся 50 метров русла будут проходить в выемке.

Третьим этапом построения является вычерчивание типового поперечного сечения. В связи с тем, что проектный профиль имеет уклон, то сечение на каждом участке проектного русла имеет разную глубину врезки в существующую поверхность. Тем не менее, средства Autodesk AutoCAD Civil 3D позволяют вычертить универсальное поперечное сечение, в котором отдельные его характеристики в автоматическом режиме будут подстраиваться под конкретные условия. Сопряжение проектной поверхности и существующей поверхности земли осуществляется автоматически, так как в качестве внешнего откоса сечения указан вектор, а не отрезок.

Ввиду того что, отметки проектной поверхности в местах сопряжения с существующей поверхностью земли между сечениями интерполируются, то чем чаще будет применено сечение, тем точнее будет обрисовано сопряжения проектной поверхности (рис. 30).



**Рисунок 30. Существующая и проектная поверхность на участке выемки**

В данном объекте используется два вида сечений. Первый для выемок, второй для насыпей с оградительными дамбами. Автоматизация в данном проекте заключается еще и в том, что САПР сам понимает и использует необходимое сечение в зависимости от заданных параметров. Для проектного русла р. Верхняя Тыхта главным параметром была глубина канала равная 1,3 м. Таким образом, если заглубление продольного профиля было больше 1,3 метра, то канал будет отстраиваться в выемке, при недостаточной глубине канал будет проходить в насыпи с высотой оградительных дамбам 1,3 м. по краям.

Максимально приближая характеристики проектируемого поперечного сечения к естественному сечению существующего русла, и учитывая то, что насыпные дамбы будут сложены из суглинистых грунтов (от этого зависит коэффициент заложения откоса), проектное поперечное сечение для выправления русла р. Верхняя Тыхта имеет следующие характеристики.

**Для выемки** (прил. 6):

- дно проектного русла - горизонтальный отрезок длиной 4 метра;
- откос - вектор с коэффициентом откоса  $m=1.5$ . В данном случае конец вектора - это существующая поверхность земли;
- поперечное сечение симметрично относительно оси.

**Для насыпи** (прил. 7):

- дно проектного русла – горизонтальный отрезок длиной 4 метра;
- внутренний откос - отрезок с коэффициентом заложения  $m=1.5$  и высотой 1,3 метра;
- гребень дамбы - горизонтальный отрезок длиной 2 метра;
- внешний откос - вектор с коэффициентом заложения  $m=1.5$ . В данном случае конец вектора - это существующая поверхность земли;
- поперечное сечение симметрично относительно оси.

На основании полученных данных автоматически строится регулировочный коридор и проектная поверхность русла. Проектная ось выправляемого русла реки имеет 4 угла поворота, проектный продольный профиль имеет одну точку перелома, вычерчен с уклоном 30‰ до и 5‰ после точки перелома, построены универсальные поперечные сечения для выемки и насыпи.

Имея модель существующей поверхности земли и проектную поверхность можно вычислить необходимые объемы земляных работ.

Объемы земляных работ представляются в таблице 9 и автоматически определяются в результате сравнения двух поверхностей. Имея модель существующей поверхности земли и проектную поверхность можно вычислить необходимые объемы земляных работ.

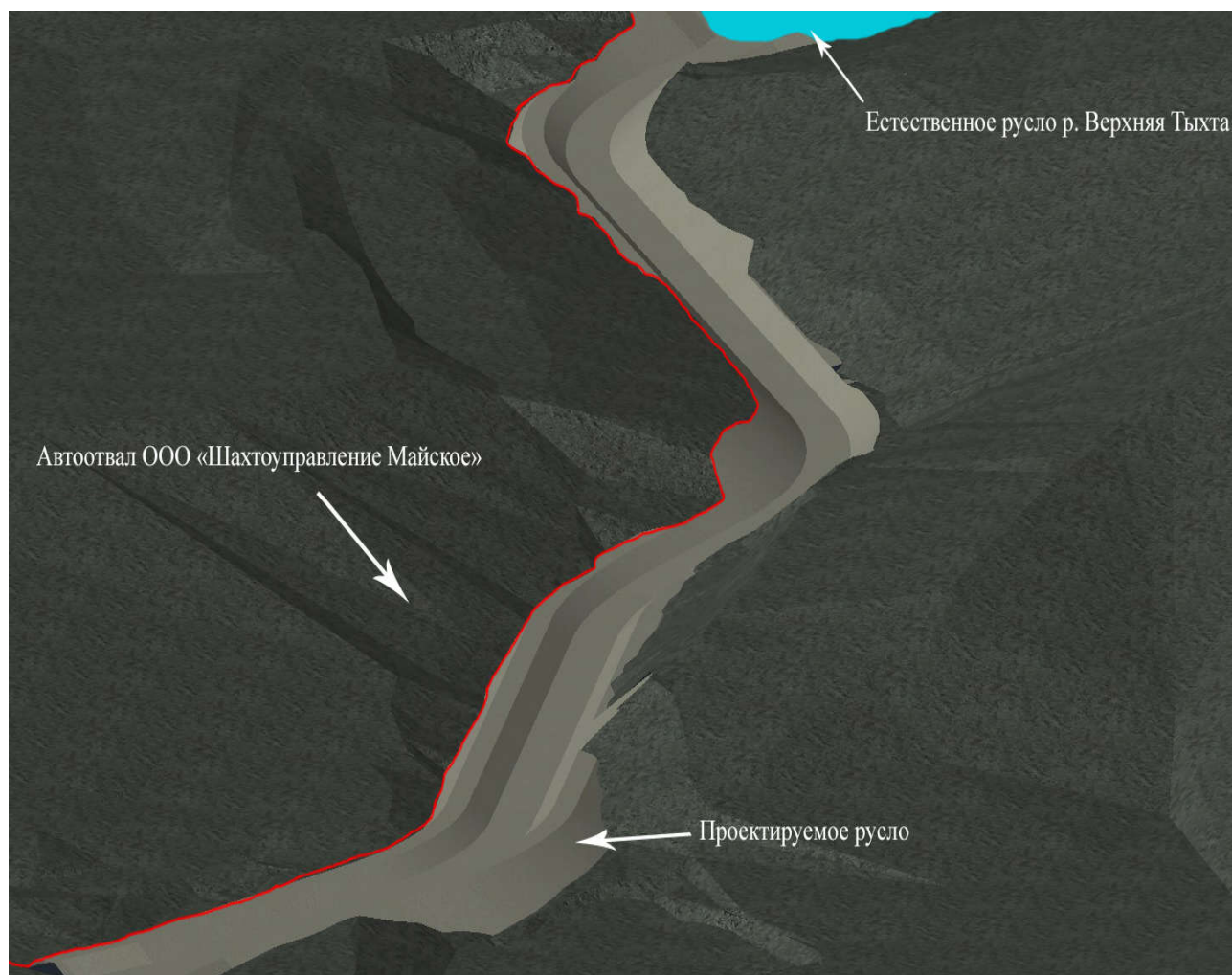
В данном случае, в результате выправления русла реки Верхняя Тыхта на участке 350 метров, объем вынутого грунта составит – 2732 м<sup>3</sup>, а объем необходимый для отсыпки ограждающих дамб – 1742 м<sup>3</sup>.

С целью недопущения размыва выправляемого русла в связи с большим перепадом высот (продольный уклон дна 30‰), дно и берега реки закрепляются матрацами Рено. Матрасы Рено – это габионные конструкции, представляющие собой ящики (контейнеры) различной формы со щебнем плотных горных пород, изготовленные из стальной оцинкованной сетки двойного кручения с шестигранными ячейками.

Таблица 9 – Объем работ при реконструкции р. Верхняя Тыхта

№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Объем работ
1	Длина проектируемого русла	м	348
2	Объем выемки грунта	м <sup>3</sup>	2732
3	Объем насыпи грунта	м <sup>3</sup>	1742
4	Укрепительные работы дна и откосов выправленного русла габионными конструкциями:		
	- укладка геотекстиля	м <sup>2</sup>	3426
	- сборка и установка матрацев Рено	м <sup>2</sup>	3426
	- загрузка камня	м <sup>3</sup>	1028

После выбора необходимых параметров и построения поверхностей можно визуализировать полученные результаты (рис. 31).



**Рисунок 31. 3D отображение проектируемого сооружения**

Мероприятия по рекультивации рассматриваемой территории включают следующие работы:

- восстановление проточности водотока с целью спуска пруда образовавшегося в результате оползания склона и, тем самым, восстановление затопленных территорий. Таким образом, более 58,8 га будет возвращено в земли сельскохозяйственного назначения (рис. 32,33);
- планировка тела оползня с минимальным объемом земляных работ и сохранением существующих или образованных в результате производства работ форм рельефа.

**Технический этап** рекультивации сводится к подготовке нарушенной территории. С целью рекультивации поверхности откоса отвала, а также укрепления его от размыва, оползней, ветровой и водной эрозии и предотвращения локальных деформаций предусматривается его выполаживание. Объем планировочных работ

при выполаживании поверхности зависит от угла естественного откоса, высоты и периметра оползневого тела.

**Биологический этап** рекультивации следует производить после полного завершения технического этапа. Основная роль его заключается в восстановлении почвенно-растительного покрова.

Породы, слагающие тело оползня, относятся к малопригодным для сельскохозяйственного освоения, поэтому их целесообразно использовать под сенокосы и пастбища.

Откос рекомендуется закрепить гидропосевом травянистой растительности. Для создания территории под сенокосы и пастбища изначально следует провести планировку и нанесение плодородного слоя почвы на потенциально плодородные горные породы мощностью до 40 см, затем в течение 2-3 лет выращивают многолетние травы. Следующим мероприятием будет вторая планировка и минимальная обработка почвы. В дальнейшем возделывают многолетние злаково-бобовые травы на сено или на выпас скота.



**Рисунок 32. До проведения мероприятий  
(Снимок от 9.8.2014)**



**Рисунок 33. После проведённых мероприятий  
(Снимок от 28.6.2015)**



**Выводы:**

Результатом выполненной работы является модель проектируемого речного русла, отвечающего следующим основным требованиям:

- обеспечен пропуск расчетных расходов воды;
- выправленное русло проходит в обход оползня и отвечает всем нормативным требованиям;
- произведен спуск пруда образовавшегося в результате оползания склона и, тем самым, восстановлены затопленные территории земель сельскохозяйственного назначения;
- произведена рекультивация тела оползня с минимальным объемом земляных работ и сохранением существующих или образованных в результате производства работ форм рельефа для исключения будущих, негативных последствий.

Таким образом, рассмотренные выше примеры использования Autodesk AutoCAD Civil 3D при проектировании объектов можно рассматривать как процесс создания трехмерных динамических объектов, которые необходимы для формирования конечного объекта – канала для восстановления пропускной способности речного русла. Последовательность проектных работ выглядит следующим образом:

- создание объекта – трасса канала (осевая линия сооружения);
- создание объекта – профиль по существующему рельефу;
- создание объектов – проектный профиль канала, профили расчетных уровней воды;
- создание объектов – конструкции поперечного сечения канала;
- создание объекта – коридор (проектируемый канал реки).
- создание объектов – проектные поверхности;
- создание объектов – чертежи: план, продольный профиль, типовые поперечные сечения.

#### **4.5 Методические и нормативно–правовые подходы к восстановлению, реконструкции и экологической реабилитации малых рек**

Рационализация природопользования при производстве горнодобывающих работ способна резко сократить отрицательное воздействие на состояние природно-техногенных комплексов и, таким образом, ощутимо снизить процессы деградации водных экосистем. Но, вместе с тем, «стабильное улучшение состояния водных объектов может быть достигнуто только путем осуществления специальных восстановительных и реабилитационных мероприятий, а также совершенствованием способов управления водными объектами и экологического регулирования» [146].

Большая часть задач вызвана «зарегулированностью» стока рек, связанных с формированием склоновых процессов в долинах рек (осыпи, оползни, обвалы), в результате чего водоток выходит за пределы русла и частично, либо полностью, затапливает близлежащие территории сельскохозяйственного назначения. Следствием этого является ухудшение формирования стока, а в верховьях рек - к снижению водности.

Вопросу совершенствования водопользования, преимущественно на малых реках, отдается крайне мало внимания. Едва ощутимо появляются новые научно обоснованные методические подходы к рационализации водопользования, новые проектные и эксплуатационные технологии, учитывающие состояние окружающей среды.

Результаты восстановительных работ в некоторой степени могут улучшать сложившуюся в регионе экологическую обстановку, но на данный момент рано говорить об их успешности и безопасности. Несмотря на достаточно квалифицированный уровень проектных работ с использованием автоматизированных систем, можно отметить ряд отрицательных моментов в части технологии реконструкции речных долин. В частности, подрядными организациями часто игнорируются предусмотренные в рабочей и проектной документации технические и технологические решения, что может приводить только к частичному восстановлению речного стока, а порой и полной бесполезности проведенных работ.

«Все это свидетельствует о том, что в настоящее время одних только превентивных мер недостаточно для сохранения и реабилитации водных экосистем» [147].

Кроме этого, в регионе, не отлажена необходимая система координации и специализации деятельности в области экологической реабилитации водных объектов. А эффективность системы производственного мониторинга в ходе реабилитационных работ, все также находится на низком уровне. Все это позволяет обозначить комплекс задач, решением которых будет являться создание адекватной методической, нормативно-правовой и информационно-аналитической основы на региональном уровне.

Анализ современного, международного и отечественного опыта в сфере экологической реабилитации водных объектов позволяет оценить насколько работы по локальному улучшению гидрологического режима малых и средних водотоков, проводимых в последние годы, научно-обоснованы, обеспечены нормами действующего законодательства, и выделить ряд мер, направленных на увеличение эффективности природоохранных мероприятий.

Процесс восстановления и реабилитации водных экосистем включает широкий круг заинтересованных сторон. Благодаря этому гарантируется «не только учёт интересов всех заинтересованных лиц, но и всестороннее рассмотрение внедряемых природовосстановительных мер. Кроме этого, возможна детальная проработка более перспективных решений и активная поддержка социумом проектов восстановления» [148].

«Восстановление водных объектов, главным образом рек, для большинства развитых стран – это часть утверждённой стратегии устойчивого развития и управления водными ресурсами и, кроме того, база для реализации Рамочной Водной директивы 2000/60/ЕС, а также региональной и национальной политики» [149].

Зарубежный опыт наглядно демонстрирует, что, несмотря на огромные финансовые вложения в восстановительные работы, экологическая реабилитация малых рек разного типа является одним из наиболее полезных и многообещающих инструментов устойчивого развития и управления водными ресурсами.

На сегодняшний день в России, тоже заметно вырос интерес к вопросам устойчивого развития водопользования, процессу поиска конкретных стратегических и практических мероприятий по охране и реабилитации малых речных систем с учетом проблем хозяйственного использования территорий, природных ресурсов и физико-географических особенностей регионов.

Огромный интерес, как в научном, так и в практическом отношении представляет концепция восстановления малых рек России и рекомендуемые виды мероприятий для охраны и восстановления малых рек [146], подходы к реализации стратегии устойчивого водопользования в бассейне реки Оби [149].

Значительный практический опыт накоплен в Уральском горнодобывающем регионе, в Восточном Забайкалье, на предприятиях горнодобывающего комплекса Курской магнитной аномалии и других субъектах РФ [150-153].

«На сегодняшний момент времени, сформировался достаточно обширный список регионов и демонстрационных проектов, но эффективность и реализация этих проектов достаточно сильно уступает международным» [153].

Основными причинами низкой реализации таких проектов является не только стоимость таких работ, но и несовершенство законодательных норм и, в целом, всей научно-методической базы. На сегодняшний день нет четкого определения и правового регулирования таких понятий как «экологическая реабилитация водных объектов» или «восстановление водных объектов». Использование данных терминов в научно-методической литературе и проектно-технической документации, производится в общем, приближенном порядке [154].

Водный кодекс Российской Федерации (как и некоторые других нормативные акты), рассматривают данные термины как мероприятия по охране водных объектов, а такое понятие как «экологическая реабилитация водных объектов» просто не используется.

Вместе с тем, «восстановление и экологическая реабилитация водных объектов» включены в число приоритетных задач Федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 гг.» (утв. Постановлением Правительства РФ от 19.04.2012 г. № 350)» [155].

Принимая во внимание нормативно-правовые акты современного законодательства, мероприятия по экологической реабилитации водных объектов и их восстановлению, в значении охраны водных ресурсов, должны быть:

- основываясь на экологических критериях, быть научно-обоснованными;
- технически и технологически осуществимыми с учетом современного развития науки и техники [156].

Исследование имеющихся представлений о содержании и принципах экологической реабилитации водных экосистем, а также практического опыта, дали возможность оценить результаты работ по местному улучшению гидрологического режима водных объектов и получить определенное представление о последующих действиях по совершенствованию местной и региональной научно-методической базы рекультивационных работ и обеспечению их экологической безопасности.

Найти решение проблемы одного или нескольких водотоков горнодобывающих районов Кемеровской области невозможно без учета всего комплекса проблем водосборной территории. Увеличение масштабов освоения региона с целью угледобычи [157], вызывают необходимость создания единой системы природоохранных мероприятий для водосборных бассейнов рек на основе рационального сочетания оптимального использования природных ресурсов и социально-экономических приоритетов развития региона.

Кроме того, необходимо «создание региональной нормативно-правовой базы, отражающей различные аспекты управления, финансирования, научно-методического и информационно-аналитического обеспечения реабилитации водных экосистем Кузбасса» [158].

Формирование адекватной основы проектно-планировочной деятельности возможно повышением качества проектно-изыскательских работ с использованием ГИС технологий и САПР. При этом необходимо обязательное соблюдение всего комплекса проектных решений по восстановлению водных объектов и обеспечению экологической безопасности работ в ходе реализации проекта.

Модернизация технологий проектно-изыскательских работ невозможна без объединения всех фактических данных и информационных ресурсов в виде единой

общедоступной базы данных о водных объектах региона, их экологическом состоянии, существующих потенциальных угрозах и антропогенном воздействии и, гидрологическом режиме, характере и структуре водохозяйственном и землепользовании на водосборе.

В большей степени позитивный экологический, экономический и социальный эффект от восстановительных мероприятий водных объектов зависит от характера проектно-технической документации, качество которой обеспечивается:

- полнотой и достоверностью, применяемой при проектировании исходной информации;

- применением современных научных методик оценки экологического состояния водных объектов и их водосборных территорий, планирования природо-восстановительных мероприятий с использованием ГИС-технологий, анализа и визуализации данных;

- предоставлением многовариантности технологических решений по повышению качества состояния водных объектов для возможных сценариев развития.

Подбор тех или иных инженерно-технических решений при восстановлении водных объектов, в том числе по местному улучшению гидрологического режима, должен формироваться, главным образом, выбором последующего использования территории, учесть своеобразие природных и климатических условий, а также современным положением восстанавливаемого водного объекта и его водосборной территории. Стоит отметить, что для сохранения динамики распространения русла и обеспечения устойчивости русловых процессов, чаще всего достаточно использовать относительно простые, малозатратные и, одновременно, достаточно эффективные организационно-техническими решения, не требующими предварительных изысканий и применения дорогостоящего оборудования, но дающие возможность вернуть пропускную способность водотока к необходимому уровню. Эффективность этих методов испытана как научными экспериментами, так и реализацией данных решений на практике, выполненными на разных малых и средних водоотках России [159].

Идея совершенствования технологий проектных работ по восстановлению и экологической реабилитации малых рек должна «основываться на осуществлении бассейнового принципа рационального использования и реабилитации водных объектов и их прибрежных территорий, определяться системным подходом к управлению водопользованием, при котором все водные объекты, непосредственно расположенные на участках, автономно от их ведомственной принадлежности рассматриваются как единый водный фонд» [160].

Кроме все выше сказанного, при проектировании восстановительных мероприятий в долинах нарушенных рек должны хорошо проанализированы и рассмотрены все экологически значимые результаты их применения, а также рассмотрена возможность многопланового эффекта.

Стоит отметить, что согласно действующему законодательству РФ, производственный мониторинг, является нераздельной составляющей деятельности по экологической реабилитации водных объектов и их восстановлению [161].

В современных условиях сложнейшей социальной, экономической и экологической ситуации, при недостатке материально–технических и денежных средств, дефиците квалифицированных специалистов большую роль в организационно–правовом и ином обеспечении реабилитации водных объектов может послужить региональная целевая программа по восстановлению, сохранению и устойчивому развитию природно–техногенного комплекса Кузбасса, тесно скоординированная со всей системой правовых природоохранных норм и правил и других федеральных и региональных программ, учитывающая преимущество развития территории, что, несомненно, сделает возможным повысить эффективность организационно–правового обеспечения охраны окружающей среды и рационального природопользования в данном регионе [162].

## Заключение

Диссертация представляет собой научно-практическую работу, в которой дано решение важной задачи – обоснование необходимости использования систем автоматизированного проектирования при разработке мероприятий по восстановлению, реконструкции и экологической реабилитации водных объектов с учетом региональных особенностей Кузбасса.

Основные научные результаты, выводы и рекомендации, полученные при выполнении исследований и внедрении разработок, заключаются в следующем:

1. Малые реки, протекающие по территориям горнодобывающих районов Кемеровской области, подвергаются значительному антропогенному и техногенному влиянию, как на водосборах, так и в руслах самих рек, образуя природно–техногенные комплексы. Функционирование этих систем происходит под влиянием природных и антропогенных факторов.

2. Установлено, что процессы восстановления в экосистемах малых рек несравнимы по интенсивности с освоением водосборных бассейнов горнодобывающими предприятиями. Промышленное освоение водосборных территорий привело к деградации и исчезновению многих малых рек, которые в силу своей природной уязвимости в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека. Природоохранные меры могут привести к устойчивому улучшению состояния водных объектов только на ранних стадиях их антропогенной деградации. На финальных стадиях деградации реальное улучшение их состояния возможно только в результате проведения специальных инженерно–технических мероприятий.

3. Освещены активно развиваемые в последнее время методики концептуального проектирования сложных систем, положенные в основу технологии САПР. Сформулированы основные требования к формированию баз данных и разработана система оценочных критериев Autodesk AutoCAD Civil 3D при разработке природоохранных мероприятий по восстановлению русел малых рек (переноса, спрямления или выправления).



4. Установлено, что практика применения САПР показывает, что наибольший эффект с точки зрения улучшения качества проектных решений, повышения производительности труда инженеров, сокращения сроков выпуска проектной документации может быть получен только в случае комплексной автоматизации вычислительных и вспомогательных работ на всех этапах проектирования, начиная с обработки материалов изысканий и заканчивая чертежно-графическими работами.

5. По результатам инженерных изысканий в программном продукте Autodesk AutoCAD Civil 3D определен оптимальный комплекс работ по инженерно-экологическому обустройству рек региона.

6. При восстановлении проточности р. Кыргай трасса проектного русла идет вдоль границы оползня с минимальным количеством углов поворота. Общая длина трассы составляет 854 м, продольный профиль проектного русла полностью проходит в выемке с постоянным уклоном 6,87‰ с целью предотвращения заиления водотока. Восстановление русла реки позволит предотвратить подтопление населенных пунктов, а последующее проведение технической и биологической рекультивации земель вернуть в сельскохозяйственный оборот естественные сенокосы и пастбища на площади 120 га.

7. Трасса (ось сооружения) проектируемого русла р. Заломаева принята в сечении трапецеидальной формы и по своим характеристикам приближена к параметрам естественного потока реки. Общая длина канала составляет 3426 м. Ширина по дну канала принята 2,9 м, глубина – 1 м, заложение откосов 1:2. Для предотвращения фильтрации поверхностных вод предусматривается укладка противофильтрационного материала по дну и откосам канала. Рекультивируемую территорию, площадью более 20 га, рекомендуется использовать в лесохозяйственных целях, так как это наиболее удобный и дешевый вид освоения нарушенных земель.

8. Трасса выправляемого русла р. Верхняя Тыхта предусмотрена в обход тела оползня. Выправляемое русло в сечении трапецеидальной формы, по своим параметрам приближено к параметрам естественного потока реки. Общая длина выправляемого участка составляет 350 м. Ширина по дну составляет 4 м, глубина

канала 1,3 м. Выправляемое русло проходит как в выемке, так и в насыпи. Восстановление проточности водотока позволит восстановить гидрологический режим, нарушенный в результате оползания склона и более 58,8 га будет возвращено в земли сельскохозяйственного назначения (сенокосы и пастбища).

9. Полученные результаты составляют методическую основу для совершенствования технологий использования САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D в области природообустройства и водопользования. Практическая апробация отдельных положений диссертационного исследования иллюстрирует экономическую эффективность предлагаемого подхода, хорошую наглядность структуры технологического процесса проектирования и высокое качество проектных материалов.

10. При решении поставленных в диссертационном исследовании задач по восстановлению проточности малых рек одновременно находят решение вопросы технической и биологической рекультивации нарушенных территорий и рационального использования земель в лесо- и сельскохозяйственном направлении.

11. Предложения по совершенствованию системы управления охраной окружающей среды угледобывающего региона позволят обосновать приоритеты природоохранных и природовосстановительных мероприятий, определить необходимые средства для решения экологических задач и оценить эколого-экономическую эффективность на уровне недропользователя.

### **Рекомендации производству**

Результаты работы могут быть использованы проектными организациями при разработке проектов по выправлению, спрямлению, переносу и укреплению русел малых рек, защиты горных выработок от вредного воздействия поверхностных вод, и в других проектах, связанных с рекультивацией участков русел малых рек, нарушенных горными работами, а также научными учреждениями, разрабатывающими системы автоматизации проектных работ.

## Библиографический список

1. Воропаев, Г. В. Единая водохозяйственная система страны / Г. В. Воропаев // Водные ресурсы. – 1976. – № 6. – С. 99-109.
2. Воропаев, Г. В. Принципы построения имитационной модели и опыт ее применения для водохозяйственных систем бассейнов рек Амударьи и Сырдарьи. / Г. В. Воропаев, Г. Х. Исмайылов, В.М. Федоров // Водные ресурсы. – 1980. – № 4. – С.55-71.
3. Воропаев, Г. В. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР / Г. В. Воропаев, Г. Х. Исмайылов, В. М. Федоров. – М.: Наука, 1984. – 312 с.
4. Вендров, С. Л. Проблемы преобразования речных систем СССР / С. Л. Вендров. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 207 с.
5. Вендров, С. Л. Проблемы малых рек. / С. Л. Вендров, Н. И. Коронкевич, А. И. Субботин // Вопросы географии. – 1981. – Вып. 118. – С. 11-18.
6. Разин, Н. В. Водные ресурсы малых рек. / Н. В. Разин, Э. Д. Введенская, Л. Н. Соколовская // Вопросы географии. – 1981. – Вып. 118. – С. 31-40.
7. Антроповский, В. И. О классификации и районировании русел преобразованных рек и каналов / В. И. Антроповский // Гидротехническое строительство. – 1984. – № 11. – С. 28-34.
8. Антроповский, В. И. Основные положения гидролого-морфологической теории руслового процесса при исследовании искусственных и преобразованных водотоков / В. И. Антроповский // Труды ЗапСибРег НИГМИ. – 1985. – Вып. 72. – С. 85–98.
9. Антроповский, В. И. Особенности оценки русловых переформирований в условиях преобразования рек / В. И. Антроповский // Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. Т. 10. Кн. 1. – Л., 1986. – С. 294-301.
10. Антроповский, В. И. Методика гидролого-морфологической оценки переформирований русел зарегулированных рек / В. И. Антроповский // Труды

Академии водохозяйственных наук. Вып. 3. Водные пути и русловые процессы. – М., 1996, – С. 44-52.

11. Антроповский, В. И. Гидролого-морфологические закономерности и оценка русловых процессов зарегулированных рек и каналов в естественных грунтах / В. И. Антроповский // Известия РГО. – 2004. – Вып. 6. – С. 57-62.

12. Шикломанов, И. А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток / И. А. Шикломанов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 334 с.

13. Нежиховский, Р. А. Об оценке пропускной способности и русловых деформаций при территориальном перераспределении речного стока (на примере р. Шексны) / Р. А. Нежиховский, В. И. Антроповский // Труды ГГИ. – 1987. – Вып. 313. – С. 31-48.

14. Нежиховский, Р. А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства / Р. А. Нежиховский. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 229 с.

15. Лапшенков, В. С. Мелиорация малых и средних рек. / В. С. Лапшенков, Н. К. Отверченко, М. М. Мордвинцев. – Новочеркасск, 1994. – 302с.

16. Лапшенков, В. С. Мелиорация малых и средних рек: Учебное пособие для вузов / В. С. Лапшенков, Н. К. Отверченко, М. М. Мордвинцев; под ред. В. С. Лапшенкова. – 2-е изд., доп. – Новочеркасск: НГМА, 2003. – 213 с.

17. Балков, В. А. Инженерно-гидрологические расчеты: Учебное пособие / В. А. Балков, Т. В. Воронина. – Уфа: БГУ, 1996. – 75 с.

18. Шахов, И. С. Экологические пределы устойчивого водопользования / И. С. Шахов, В. Я. Черняк, Ю. В. Ершова // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: материалы междунар. науч. конф. – Томск, 2000. – С. 650-652.

19. Шахов, И. С. Экологические ограничения использования стока рек / И. С. Шахов, В. Я. Черняк // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 2. – С. 37-38.

20. Вода России: Малые реки / под науч. ред. А. М. Черняевой; РосНИИВХ. – Екатеринбург: Издательство «АКВА-ПРЕСС», 2001. – 804 с.

21. Анохин, А. М. Проблемы правовой ответственности в сфере охраны окружающей среды и природопользования / А. М. Анохин // Вестник экологического образования в России. – 2004. – №4.
22. Мордвинцев, М. М. Руслловые деформации техноизмененных участков рек / М. М. Мордвинцев; Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – Новочеркасск: Лик, 2011. – 148 с.
23. Исмайылов, Г. Х. Вопросы создания автоматизированной системы управления водными ресурсами бассейна р. Сырдарьи / Г. Х. Исмайылов, Л.С. Гофштейн // Проблемы изучения и комплексного использования водных ресурсов. – М.: Наука, 1978. – С. 175-195.
24. Крицкий, С. Н. Гидрологические основы управления речным стоком / С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель. – М.: Наука, 1981. – 255 с.
25. Крицкий, С. Н. Гидрологические основы управления водохозяйственными системами / С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель. – М.: Наука, 1982. – 271 с.
26. Дерябин, В. Н. Оценка водохозяйственного использования малых рек с учетом экологических особенностей / В. Н. Дерябин, И. М. Ширяк // Проблемы рационального использования и охраны малых рек. – 1982. – С. 126-132.
27. Гареев, А. М. Оптимальное планирование водоохраных мероприятий в бассейне реки / А. М. Гареев. – Уфа: [б. и.], 1989. – 83 с.
28. Раткович, Д. Я. Гидрологические основы водообеспечения / Д. Я. Раткович. – М.: [б. и.], 1993. – 428 с.
29. Управление водными ресурсами в бассейне реки / под науч. ред. А. М. Черняева. – Екатеринбург, 1993. – 120 с.
30. Лепихин, А. П. Эколого-гидрологические аспекты прогнозирования последствий и нормирования сброса сточных вод в водные объекты: автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра геогр. наук: 11.00.11 / Лепихин А. П. – М., 1995. – 42 с.

31. Косолапов, А. Е. Совершенствование процесса управления водными ресурсами бассейна реки на основе автоматизированных информационно-советующих систем: автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра техн. наук: 11.00.11 / Косолапов А. Е. – Екатеринбург, 1996. – 44 с.

32. Косолапов, А. Е. Нормирование вредных воздействий на водные объекты в бассейне малой реки / А. Е. Косолапов, О. А. Клименко, В. Г. Дубинина // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2001. – Т. 3, № 2. – С. 135-158.

33. Косолапов, А. Е. Ландшафтно-гидрологический подход к обоснованию сети мониторинга и управления малым водосбором / А. Е. Косолапов, А. В. Кувалкин, М. М. Мордвинцев, З. М. Магамедзагиров // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 6. – С. 24-25.

34. Косолапов, А. Е. Система поддержки принятия решений (СППР) для управления водными ресурсами в бассейне р. Дон / А. Е. Косолапов, Н. А. Янгурлова, А. В. Кувалкин // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 1999. – Т.1, № 6. – С. 553-570.

35. Прохорова, Н. Б. Эколого-экономический механизм управления водохозяйственной деятельностью в бассейне реки в период перехода к устойчивому водопользованию: автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра экон. наук : 11.00.11 / Прохорова Н. Б. – Екатеринбург, 1997. – 51 с.

36. Дубинина, В. Г. Методические основы экологического нормирования безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического стока (попуска) / В. Г. Дубинина. – М.: Экономика и информатика, 2001. – 120 с.

37. Перфильева, Е. В. Проблема нарушенных земель в Кемеровской области. Законодательные инициативы по решению проблемы. Участие общественности / Е. В. Перфильева, К. В. Шпилова // Экология Кузбасса: проблемы и решения. сб. материалов. – М.: РОДП «ЯБЛОКО», 2015. – С. 99-105.

38. Мельников, Н. В. Добыча ископаемых открытым способом / Н. В. Мельников. – М.; Л. : Углетехиздат, 1948. – 408 с.

39. Ржевский, В. В. Открытые горные работы. Производственные процессы / В. В. Ржевский. – М.: Либроком, 2010. – 512 с.
40. Агошков, М. И. Разработка рудных месторождений. Учебное пособие для горнорудных техникумов / М. И. Агошков. – М.: Главная редакция горно-топливной лит., 1936. – 181 с.
41. Трубецкой, К. Н. Справочник. Открытые горные работы / К. Н. Трубецкой. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.
42. Пучков, Л. А. Автоматизированные системы управления в горнодобывающей промышленности: Учеб. для горн. спец. вузов / Л. А. Пучков, Н. И. Федунец, Д. К. Потресов. – М.: Недра, 1987. – 284 с.
43. Грицко, Г. И. Региональные аспекты устойчивого развития / Г. И. Грицко // Экология и экономика: региональные проблемы перехода к устойчивому развитию. Взгляд в XXI век: Всероссийская научно-практическая конференция. – Кемерово: Кузбас-свуиздат, 1997. – Т 1. – 232 с.
44. Горлов, В. Д. Рекультивация земель на карьерах / В. Д. Горлов. – М.: Недра, 1981.
45. Кябби, М. Э. Экономический механизм комплексного освоения недр / М. Э. Кябби. – М.: Недра, 1984. – 98 с.
46. Мосинец, В.Н. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород / В. Н. Мосинец, А. В. Абрамов. – М.: Недра, 1982. – 248 с.
47. Певзнер, М. Е. Горное дело и охрана окружающей среды: учебник для вузов / М. Е. Певзнер, А. А. Малышев, А. Д. Мельков, В. П. Ушань. – 3-е изд., стер. – М.: Изд-во МГГУ, 2001. – 300 с.
48. Ревазов, М. А. Экономика природопользования : учеб. для вузов / М. А. Ревазов и др. – М.: Недра, 1992.
49. Томаков, П. И. Технология, механизация и организация открытых горных работ / П. И. Томаков. – М.: Недра, 1986. – 312 с.
50. Арбатов, А. А. Обострение сырьевой проблемы и международные отношения / А. А. Арбатов, А. Ф. Шакай. – М.: Международные отношения, 1981. – 224 с.

51. Рациональное природопользование в горной промышленности / под ред. В. А. Харченко. – 3-е. изд. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2000. – 444 с.
52. Хорошилова, Л. С. Геоэкологические условия природопользования и безопасность урбанизированного региона Сибири (на примере Кузбасса) : автореф. дис. док. географ. наук: 25.00.36 / Хорошилова Лилия Семеновна. – Томск, 2009. – 52с.
53. Исаченко, А. Г. Оптимизация природной среды. – М.: Мысль, 1980. – 284с.
54. Грязнов, О.Н. Природно-технические системы-универсальные системы взаимодействия инженерных сооружений(объектов) и природной среды / О.Н. Грязнов // Известия Уральского государственного горного университета. – 2015, – №4 (40). – С. 5-9.
55. Плотников, Н. И. Подземные воды – наше богатство. / Н. И. Плотников.– М.: Недра, 1976.
56. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2013-2015 году. – Кемерово, 2014-2016. – 200 с.
57. Трофимова, Г. И. Рекультивация нарушенных земель в кузбассе / Г. И. Трофимова, В. Г. Черемисина. – Кемерово., 2014.
58. Салагаева, А. Ф. Влияние угледобычи на лесные экосистемы (на примере зоны Восточного Кузбасса)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Салагаева А. Ф. – Барнаул, 2003. – 124 с.
59. Жерелина, И. В. Бассейн реки как природно-хозяйственная система / И. В. Жерелина // География и природопользование Сибири. – 1997. – № 2. – С. 80-89.
60. Синицина, К. 200 рек утеряно / К. Синицина // Томь. – 2014. – № 11. – С. 2.
61. Айкина, П. А. Анализ тенденций негативного воздействия на поверхностные и подземные водные объекты в связи с вовлечением в отработку открытым



способом значительных площадей земельных отводов / П. А. Айкина // ЭКО- бюлл. ИнЭКА. – № 4. – С. 129.

62. Оценка современного состояния гидрографической сети в бассейне р. Кривой Ускат на территории земельного отвода разреза «Краснобродский» и уточнение морфометрических характеристик водосборов: Отчет о выполнении работы. – Сибирское отделение РАН. Институт водных и экологических проблем, 2005.

63. Экологические проблемы угледобывающих районов при закрытии шахт / под научной редакцией Г. И. Грицко, Е. Л. Счастливецова, В. И. Овденко. – Кемерово: Издательский дом «АЗИЯ», 2001. – 240 с.

64. Кoryтный, Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании /Л. М. Кoryтный. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – 163 с.

65. Коломоец, С. Ю. Современные экологические проблемы малых рек кемеровской области / С. Ю. Коломоец // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – Кн. 2. – С. 372-373.

66. Кузьмина, Ж. В. Антропогенное изменение пойменных экосистем и их охрана / Ж. В. Кузьмина, С. Е. Трешкин // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2010. – № 5. – С. 58-64.).

67. Мингазова, Н. М. Экологическая реабилитация водных объектов как новая область природоохранной деятельности в России / Н. М. Мингазова // Сборник трудов V Международного Конгресса «Чистая вода. Казань» 26-28 марта 2014 г.: науч. изд. – Казань: типогр. ООО «Куранты», 2014. – С. 117-121.

68. Экологическое состояние водных объектов Нижнего Новгорода: монография / под ред. Д. Б. Гелашвили. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. – 414 с.

69. Боярский, В. А. Водоотлив и осушение на горных предприятиях: учеб. Пособие / В. А. Боярский. – М.: Высш. шк., 1980. – 304 с.

70. ГОСТ 17.5.3.04 – 83. Общие требования рекультивации земель. – М.: Стандартиформ, 1984. – 8 с.

71. Томаков, И. И. Экология и охрана природы при открытых горных работах. / И. И. Томаков, В. С. Коваленко, А. М. Михайлов. – М.: Изд-во МГГУ, 1994. – 435 с.
72. Тальгамер, Б. Л. Охрана природных ресурсов при дражной разработке россыпей: учеб. пособие / Б. Л. Тальгамер. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2000. – 102 с.
73. Гидромеханизация и проблемы охраны окружающей среды / отв. ред.: В. И. Папулов. – М.: Наука, 1981. – С. 27-46.
74. Проблемы техногенеза и рекультивации при разработке многолетне-мерзлых россыпей / А. С. Евсиович [и др.]. – Магадан: Изд-во ВНИИ, 1987. – С. 88-93.
75. Зинченко, Т. Д. Большие проблемы малых рек / Т. Д. Зинченко, Г. С. Розенберг // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2012. – Т. 21. – № 4. – С. 207-213.
76. Чебанова, В. В. Методы оценки техногенного воздействия на состояние малых горных рек камчатки / В. В. Чебанова // Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем. Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием (г. Тольятти, 5-8 сентября 2011 г.) / отв. ред. Т.Д. Зинченко, Г.С. Розенберг. – Тольятти: Кассандра, 2011. – 204 с).
77. Кузнецова, М. А. Проявление карстовых вод на Таштагольском железорудном месторождении Горной Шории / М. А. Кузнецова, В. А. Колесников // Сов. Геология. – 1960. – № 7.
78. Рогов, Г. М. Зональность и формирование подземных вод Беловского района Кузбасса / Г. М. Рогов. – Томск: Изд политехн. ин-та, 1963. – 121 т.
79. Попов, В. К. Геохимия подземных вод Юго-Восточного обрамления Западно-Сибирского мегабассейна (природные и техногенные аспекты) : диссертация. доктор. геол.-минер. Наук / Попов В. К. – Томск, 1998. – 262 с.

80. Парначев, В. П. Континентальный рифтогенез и пострифтовые бассейны седиментации в геологической истории Южной Сибири / В. П. Парначев [и др]. – Томск: [б. и.], 1996. – 100 с.

81. Кучин, М. И. Подземные воды Прокопьевского, Киселевского каменноугольного района в Кузбассе / М. И. Кучин, П. А. Удова // Материалы по геол. Зап. Сиб. – Томск. – 1941.

82. Ольховатенко, В. Е. Инженерно-геологические условия разработки открытым способом угольных месторождений Ерунаковского района Кузбасса и оценка состояния окружающей среды / В. Е. Ольховатенко, Г. И. Трофимова. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2011. – 203 с.

83. Дегтярев, В. П. Экологические проблемы геологической среды Кузбасса и развитие опасных техногенных процессов : автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук: 25.00.36 / Дегтярев В. П. – Томск, 2004. – 22 с.

84. Девятов, В. П. Стратиграфия и палеогеография нефтегазоносных нижнесреднеюрских отложений Сибири : автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра геол.-минерал. наук: 04.00.09 / Девятов В. П. – Томск, 2000. – 37 с.

85. Гутак, Я. М. Стратиграфия и история развития Алтая в девоне и раннем карбоне : автореферат диссертации на соискание ученой степени д-ра геол.-минерал. наук: 04.00.09 / Гутак Я. М. – Новокузнецк, 1997. – 39 с.

86. Антонова, В. А. Фитостратиграфия девона юго-востока Горного Алтая : автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геол.-минерал. наук: 25.00.02. / Антонова Валентина Анатольевна. – Томск, 2008. – 20 с.

87. Багмет, Г. Н. Биостратиграфия верхнедокембрийских и венд-нижнекембрийских отложений Горной Шории: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геол. - минерал. наук: 04.00.09 / Багмет Г. Н. – Новосибирск, 1994. – 20 с

88. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1 - 6. Выпуск 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. – Спб.: Гидрометеиздат, 1993. – 719 с.

89. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Приложение Ж (рекомендуемое). Карты районирования территории Российской Федерации по климатическим характеристикам. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 12 с.
90. Гигиенические аспекты районной планировки и градостроительства в Кемеровской области / под. ред. Е. М. Горбачева. – Новосибирск: Наука, 1978.
91. Гидрогеология СССР. Т. XVII / под. ред. А. В. Сидоренко. – М.: Недра, 1972. – 399 с.
92. Усов, М. А. Элементы тектоники Ленинского района Кузнецкого каменноугольного бассейна / М. А. Усов. – Томск: [б. и.], 1923. – 43 с.
93. Усов, М. А. Краткий курс рудных месторождений / М. А. Усов. – 2-е изд., значит. испр. и доп. – Томск: Кубуч, 1933. – VIII. – 200 с.
94. Булынников, А. Я. Золоторудные формации и золотоносные провинции Алтае-Саянской горной системы / А. Я. Булынников. — Томск: Издание Томского Государственного Университета, 1948. – 299 с.
95. Радугин, К. В. О фазах тектогенеза среднего и верхнего кембрия. Вопросы геологии Сибири / К. В. Радугин – АН СССР: [б. и.], 1945. – 4 т.
96. Додин, А. Л. Геология и полезные ископаемые Кузнецкого Алатау / А. Л. Додин. – Л.: Углетехиздат, 1948.
97. Щербаков, Ю. Г. Геохимия золоторудных месторождений в Кузнецком Алатау и Горном Алтае / Ю. Г. Щербаков // Труды ИГиГ СО АН СССР. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. – № 56. – 278 с.
98. Синяков, В. И. Генетические типы скарновых рудообразующих систем / Синяков В. И. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1990. – 71 с.
99. Покалов, В. Т. Генетические типы и поисковые критерии эндогенных месторождений молибдена / В. Т. Покалов. – М.: Недра, 1972. – 272 с.
100. Гидрогеология СССР. Т. XVII. Кемеровская область и Алтайский край / под ред. Кузнецова М. А., Постникова О. В. – М.: Недра, 1972. – 398 с.

101. Рогов, Г. М. Гидрогеология и геоэкология Кузнецкого угольного бассейна / Г. М. Рогов. – Томск: Изд-во Томского архитектурно-строительного университета, 2000. – 167 с.

102. Хорошилова, Л. С. Геоэкологическая безопасность Кемеровской области с учетом перспективы развития угольной промышленности / Л. С. Хорошилова. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2006. – 140 с.

103. Хорошилова, Л. С. Геоэкологическая безопасность и устойчивость экосистем Кузбасса / Л. С. Хорошилова, В. П. Дегтярев. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007. – 135 с.

104. Поляков, В. В. Загрязнение поверхностных вод Кемеровской области. / В.В. Поляков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2006. – № 7. – С. 161-167.

105. Гусаченко, Е. Л. Анализ загрязнения и использования водных ресурсов в Кемеровской области за 1999 - 2011 гг. / Е. Л. Гусаченко // Сборник материалов V Всероссийской, 58-й научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая», 2013 – Т. 2 – С. 158-159.

106. Филиппова, Г. П., Куроедова Л. Н., Ионова М.Л., XII Междунар. науч. конгр., 18–22 апреля 2016 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 3 т. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – Т. 3. – 213 с.

107. Трофимов, С. С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области / С. С. Трофимов, Р. В. Ковалев. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1975. – 299 с.

108. Реймерс, Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс – М.: «Россия молодая», 1994. – 366 с.

109. Дьяконов, К. Н. Экологическое проектирование и экспертиза: учебник для вузов / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 384 с.

110. Веденин, Ю. А. Основы географического подхода к изучению и сохранению / Ю. А. Веденин // Наследие и современность. Информационный сборник. – 2004. – Вып. 12. – С. 3-21.
111. Преображенский, В. С. Основы ландшафтного анализа / В. С. Преображенский, Т. Д. Александрова, Т. П. Куприянова. – М.: Наука, 1988. – 190 с.
112. Ретеюм, А. Ю. О геокомплексах с односторонним системообразующим потоком вещества и энергии / А. Ю. Ретеюм // Изв. АН СССР. – Сер. географ., 1971. – № 5. – С. 122-128.
113. Арманд, А. Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А. Д. Арманд – М.: Наука, 1988. – 261 с.
114. Гроздинский, М. Д. Критерии допустимости и аномальности изменений ландшафтных территориальных структур / М. Д. Гроздинский // Физическая география и геоморфология. – 1990. – Вып. 37. – С. 51–57.
115. Севальнева, Н. М. Определение устойчивости природно-территориальных комплексов при проведении оценки их воздействия на окружающую среду: региональные проблемы природопользования / Н. М. Севальнева, О. Г. Бекшенев, Н. Н. Панин. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 1999.
116. Норенков, И. П. Автоматизированное проектирование. Учебник. Серия: Информатика в техническом университете / И. П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 188 с.
117. Вермишев, Ю. Х. Основы автоматизации проектирования / Ю. Х. Вермишев. – М.: Радио и связь, 1988.
118. Позин, Б. А. Выбор инструментальных средств автоматизации разработки программного обеспечения встроенных ЭВМ / Б. А. Позин, А. А. Штрик. // Программные продукты и системы. – 1989. – № 3.
119. Boehm W. Overview of structured programming: A quantitative assessment, IEEE Comput. Mag. – 1975. – Vol. 8. – pp. 38-40.
120. Gane C. Sarson T. Structured systems analysis: tools and techniques // Prentice-hall. – 1982.

121. Gueddi R. A. Methodology in Computer Graphics, North Holland / R. A. Gueddi, H. A. Tucker. – Amsterdam, 1979. – 164 p.
122. Латышев, П. Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталогное издание / П. Н. Латышев. – М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2006, 2008, 2011. – 608, 702, 736 с.
123. Боровков, А. И. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор: учебное пособие / А. И. Боровков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.
124. Жуховицкий, Г. Проблемы внедрения сквозных цифровых технологий в практику / Г. Жуховицкий, А. Пигин // Дороги России XXI века. – 2002 – № 1. – с. 68-70.
125. Пуркин, В. И. Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог : учеб. пособие / В. И. Пуркин. – М. : [б. и.], 2000. – 141 с.
126. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций / В. Н. Малюх. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
127. Хромых, В. В. Цифровые модели рельефа / В. В. Хромых, О. В. Хромых. – Томск: ООО «Издательство «ТМЛ-Пресс», 2007.
128. Токарева, О. С. Обработка и интерполяция данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие/ О. С. Токарева. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.
129. Farr Tom G. The shuttle radar topography mission. / Farr Tom G., Hensley Scott, Rodriguez Ernesto, Martin Jan, Kobrick Mike. // CEOS SAR Workshop. Toulouse 26-29 Oct. 1999. – Noordwijk. – 2000. – P 361-363.
130. Karwel, A. K. Estimation of the accuracy of the SRTM terrain model on the area of Poland, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing. – 2008. – pp. 169-172.
131. Торгонский, М. Н. Основы строительного дела / М. Н. Торгонский. – М.—Л.: ГОСЛЕСБУМИЗДАТ, 1961. – С. 154.
132. Турлов, А. Г. Организация и технология работ по природообустройству и вододопользованию / А. Г. Турлов. – Йошкар-Ола, 2013. – 80 с.

133. Алексеев, А. А. Технология и организация сельского строительства / А. А. Алексеев. – Стройиздат, 1983. – 156 с.

134. Новицкий, А.А., Гнитецкий В.А., Андроханов В.А., Лавриненко А.Т. Рекультивация техногенных ландшафтов на угольных разрезах Красноярского края // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (8). – С. 15 – 20.

135. Сметанин, В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель / В.И. Сметанин. – М.: КолосС, 2003. –94 с.

136. Щелканов, Н.С. Исследование плодородия почв после проведения горнотехнического этапа рекультивации на разрезе «Восточный» // Вестник ЧитГУ. – 2008. – № 4 (49). – С. 134 – 139.

137. Заносова, В. И. Автоматизация проектных работ при реконструкции русла р. Кыргай в Кемеровской области / В. И. Заносова, С. Ю. Коломоец // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – №3 (149). – С. 61-66.

138. Смирнов, В. Г. Использование программного продукта Autocad Civil 3D для обеспечения качества и достоверности результатов инженерных изысканий в нефтегазовой отрасли / В. Г. Смирнов, А. Г. Коробова, А. В. Скидан // Инженерные изыскания – 2014. – №3. – С. 40-45.

139. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования / И. П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им Баумана, 2002. – 336 с.

140. Момчилов, В. С. Защита шахт от подземных вод / В. С. Момчилов. – М.: Недра, 1989. – 123 с.

141. Заносова, В. И. Технологии автоматизированного проектирования в зонах техногенеза (на примере Кемеровской области) / В. И. Заносова, С. Ю. Коломоец // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – №8 (142). – С. 49-54.

142. Петров, А. В. Проблемы и принципы создания САПР: практическое пособие. Кн.1 / А. В. Петров, В. М. Черненький. – М.: Высшая школа, 1990 . – 143 с.



143. Смирнов, В. Г. Использование программного продукта AutoCAD Civil 3D для обеспечения качества и достоверности результатов инженерных изысканий в нефтегазовой отрасли / В. Г. Смирнов, А. Г. Коробова, А. В. Скидан // Инженерные изыскания. – 2014. – №3. – С. 40-45.

144. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования / И. П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им Баумана, 2002. – 336 с.

145. Коломоец, С. Ю. Восстановление экосистем малых рек (на примере реки Верхняя Тыхта) / С. Ю. Коломоец // Современные аспекты инновационного развития отраслей АПК: сборник статей: в 2-х т.: Междунар. научно-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2015. – Т. 2. – С. 43-45.

146. Коренева, И. Б. Методические указания о порядке составления и реализации программ восстановления и охраны водных ресурсов малых рек Российской Федерации / И. Б. Коренева, 2000.

147. Мингазова, Н. М. Экологическая реабилитация водных объектов как новая область природоохранной деятельности в России / Н. М. Мингазова // Сборник трудов V Международного Конгресса «Чистая вода. Казань» 26-28 марта 2014 г.: науч. изд. – Казань: типогр. ООО «Куранты», 2014. – С. 117-121.

148. The Water Information System for Europe. – Режим доступа: <http://water.europa.eu/info>.

149. Винокуров, Ю. И. Подходы к формированию стратегии устойчивого водопользования в бассейне реки Оби / Ю. И. Винокуров, И. В. Жерелина, Б. А. Красноярова // Ползуновский вестник, 2004. – № 2. – С. 4-13.

150. Вдовина, И. В. Снижение антропогенной нагрузки на малые реки в зоне влияния горнорудного промышленного предприятия: на примере Республики Башкортостан: диссертация кандидата технических наук: 03.00.16 / Вдовина И. В. Уфа: Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т, 2009. – 168 с.

151. Даржаева, С. И. Эффективность использования недр региона (на примере Республики Бурятии) / С. И. Даржаева. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 112 с.

152. Коннов, В. И. Влияние деятельности человека на малые реки Восточного Забайкалья / В. И. Коннов. – Чита: ЗабГГПУ, 2006. – 115 с.

153. Корнилов, А. Г. Оценка экологического ущерба водным объектам (на примере деятельности предприятий горнодобывающего комплекса КМА) // А. Г. Корнилов, А. Н. Петин, С. Н. Колмыков / Изменения состояния окружающей среды в странах содружества в условиях текущего изменения климата / Отв. ред. академик В.М. Котляков. – М.: МедиаПресс, 2008. – С. 213-219.

154. Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». – 2015. – №4(38). – Режим доступа: [www.grani.vspu.ru](http://www.grani.vspu.ru)

155. Постановление Правительства РФ от 19.04.2012 N 350 (ред. от 30.11.2013) «О федеральной целевой программе "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 - 2020 годах" (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2014)

156. Дубовик, О. Л. Охрана водных объектов – важный компонент государственной экологической политики в России / О. Л. Дубовик // Водное законодательство и экологические вызовы: сборник материалов научно-практической конференции. Москва. 15 июня 2012 г. – М.: Изд-во «Анкил», 2012 – С. 46-49.

157. Об утверждении программы развития угольной промышленности России на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 21.06.2014 № 1099-р.

158. Региональные проблемы устойчивого развития природно-ресурсных регионов и пути их решения. Труды IV международной научно-практической конференции в 2 томах. Т-1.- Кемерово: институт угля и углехимии СОРАН, 2003. – 648 с.

159. Геоэкологические основы территориального проектирования и планирования / отв. ред. В.С. Преображенский, Т.Д. Александрова. М.: Наука, 1989. – 114 с.

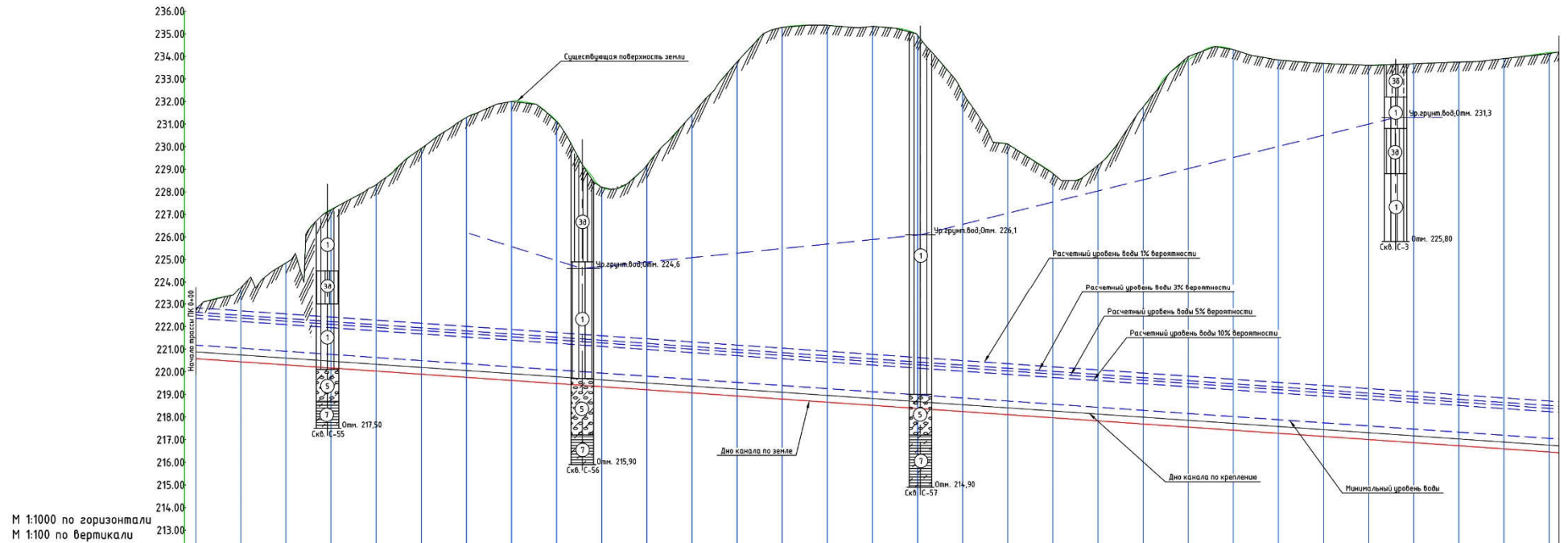
160. Дубынина, С. С. Эколого-геохимическое изучение окружающей среды территории промышленного освоения (на примере КАТЭКа) / С. С. Дубынина // Сиб. мед. журн. (Иркутск). – 2007. – №4.

161. Ткачев, Б. П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы / Б. П. Ткачев, В. И. Булатов // ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2002. – 114 с.

162. Калюжная, И. Ю. К вопросу об информационном обеспечении работ по экологической реабилитации водных объектов / И. Ю. Калюжная, Н. С. Калюжная, А. Н. Науменко // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: Теория и практика: мат. всероссийской науч.-практ. конф. / под ред. Е.А. Иванцовой. – Волгоград: Изд-во ВГУ, 2015. – С. 235-243.

## **Приложения**

## Приложение 1. Часть продольного профиля по трассе р. Кыргыз

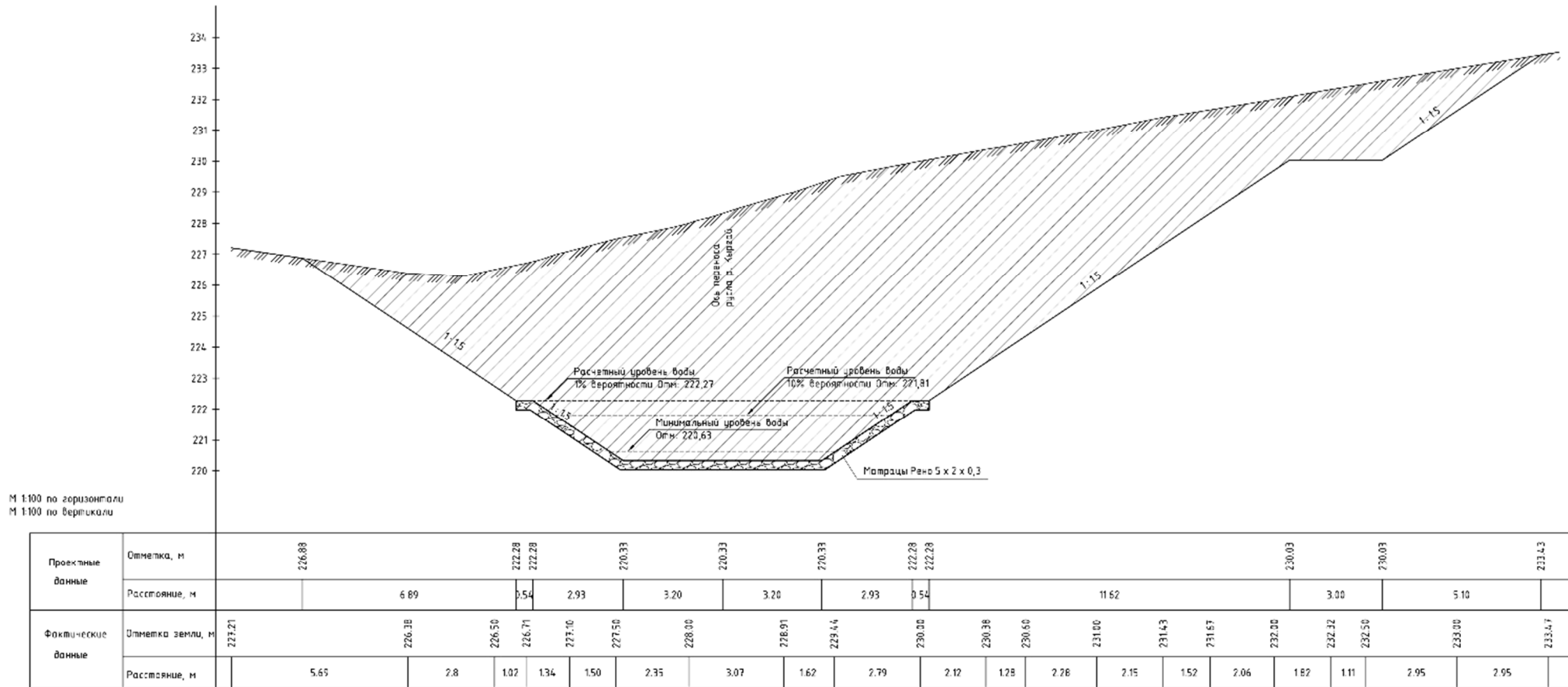


М 1:1000 по горизонтали  
М 1:100 по вертикали

Отметка поверхности земли, м	222,71	223,75	224,85	227,22	228,32	229,91	231,38	232,01	231,14	228,20	229,18	231,42	233,76	235,28	235,38	235,33	234,95	232,40	230,12	228,82	229,18	231,75	233,85	234,30	233,84	233,69	233,61	233,68	233,75	233,90	234,17		
Прямые данные	уклон %, вправо, м	854,31																															
	Отметка для канала	по креплению, м	220,88	220,74	220,61	220,47	220,33	220,19	220,06	219,92	219,78	219,64	219,51	219,37	219,23	219,09	218,96	218,82	218,68	218,54	218,41	218,27	218,13	217,99	217,86	217,72	217,58	217,44	217,31	217,17	217,03	216,89	216,76
		по земле, м	220,58	220,44	220,31	220,17	220,03	219,89	219,75	219,62	219,48	219,34	219,21	219,07	218,93	218,79	218,66	218,52	218,38	218,24	218,11	217,97	217,83	217,69	217,55	217,42	217,28	217,14	217,01	216,87	216,73	216,59	216,46
		Обеспеченность 1% (максимальный), м	222,83	222,69	222,56	222,42	222,28	222,14	222,00	221,86	221,72	221,58	221,44	221,30	221,16	221,02	220,88	220,74	220,60	220,46	220,32	220,18	220,04	219,90	219,76	219,62	219,48	219,34	219,20	219,06	218,92	218,78	218,64
	Среднемагистральный за безаварийный период (минимальный), м	221,18	221,04	220,90	220,76	220,62	220,48	220,34	220,20	220,06	219,92	219,78	219,64	219,50	219,36	219,22	219,08	218,94	218,80	218,66	218,52	218,38	218,24	218,10	217,96	217,82	217,68	217,54	217,40	217,26	217,12	216,98	216,84
Глубина выемки, м	2,98	3,31	4,55	7,05	8,29	10,02	11,64	12,29	11,66	8,66	9,98	12,36	14,83	16,69	16,31	16,81	16,57	14,16	12,01	10,85	11,35	11,66	13,36	14,88	16,36	16,55	16,60	16,81	17,02	17,31	17,71		
Высота насыпи, м																																	
Расстояние, м		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Пикет	0					1						2																					
Развернутый план		97,30															258,89										223,93						
		$\varphi = 16^{\circ}39'09''$ $R = 90,00$ $L = 26,16$															$\varphi = 27^{\circ}56'15''$ $R = 90,00$ $L = 43,88$																

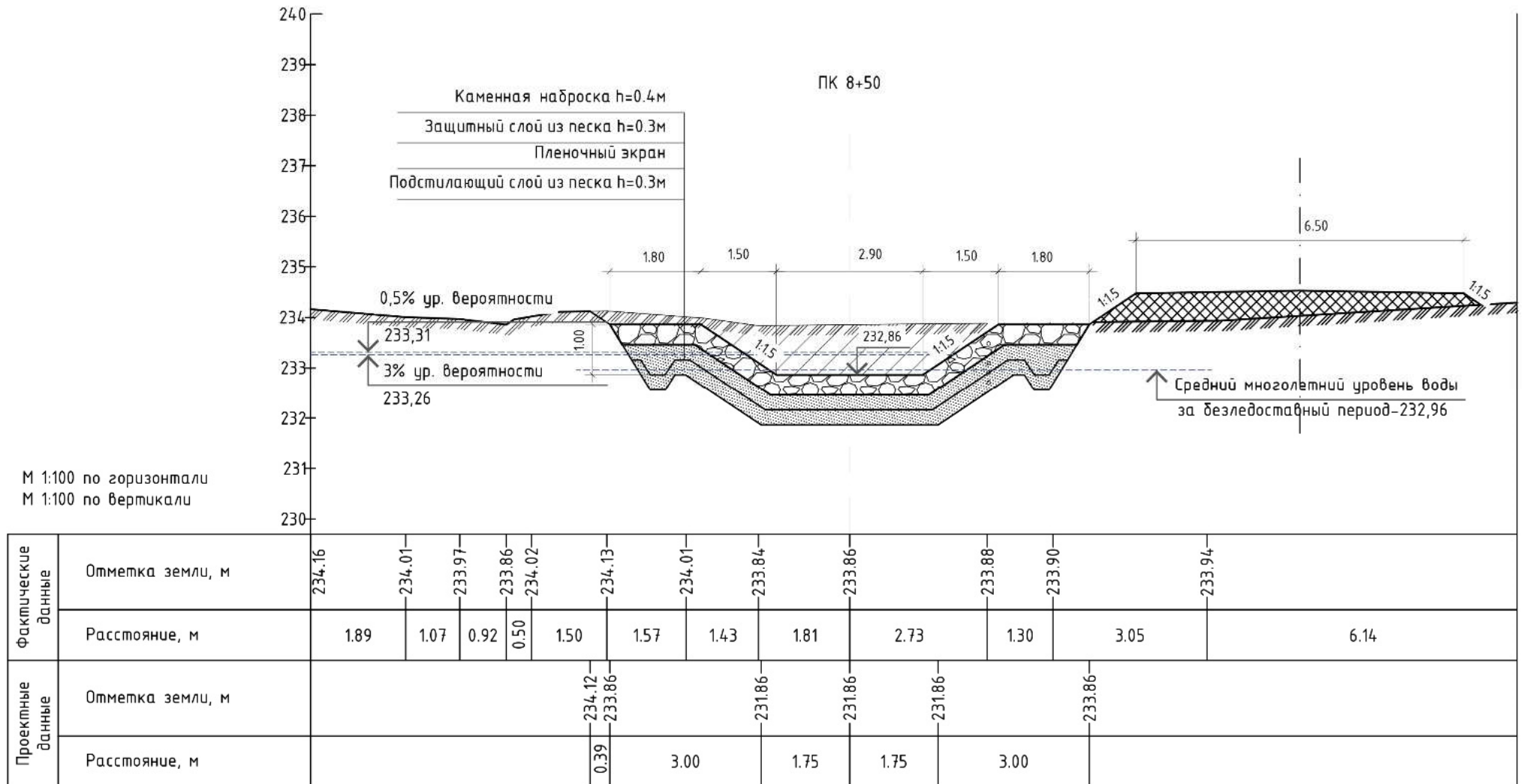
## Приложение 2. Типовое поперечное сечение проектного русла р. Кыргай

ПП 2  
ПК 0+80.00



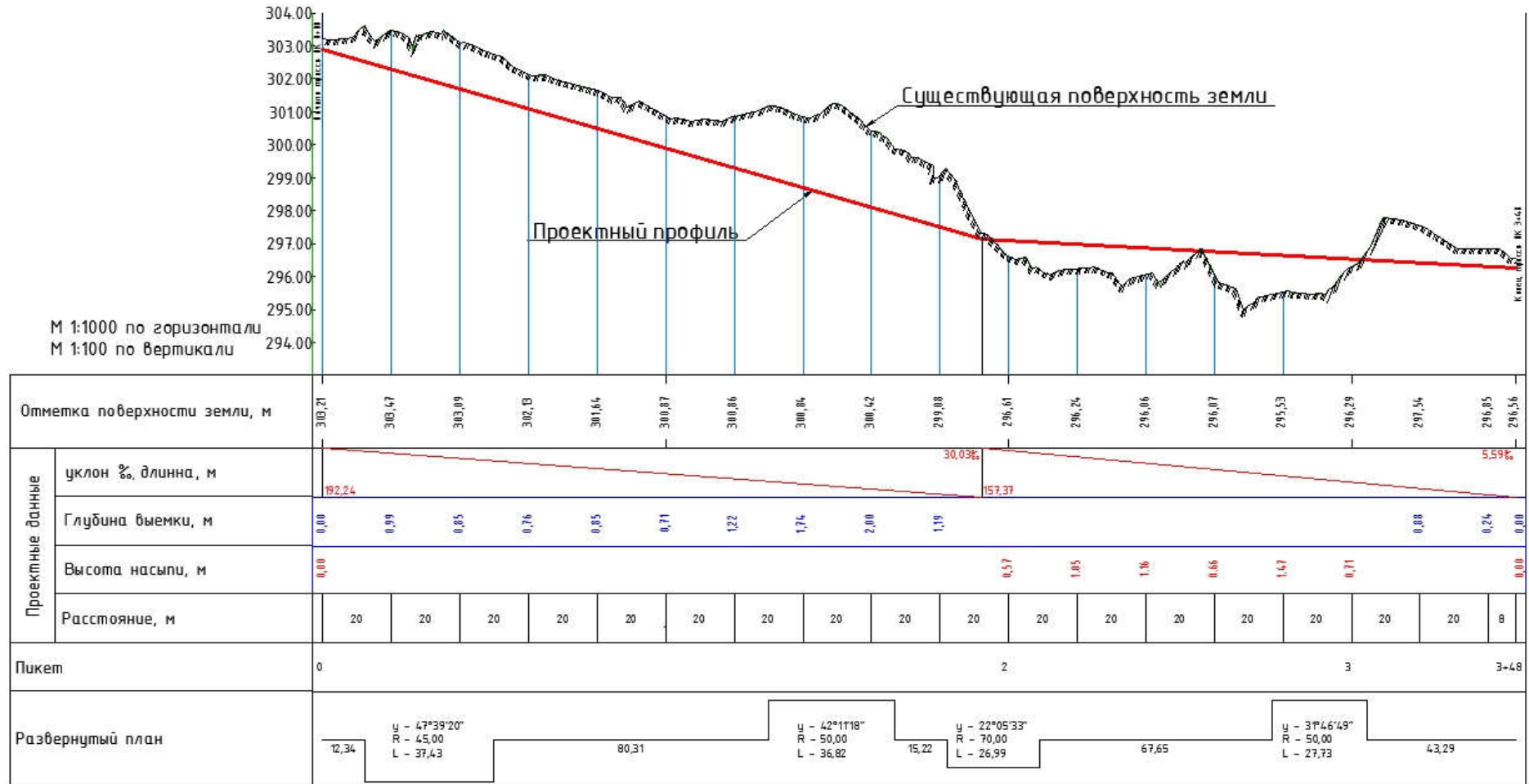


### Приложение 4. Типовое поперечное сечение проектируемого русла р. Заломаева и технологический проезд



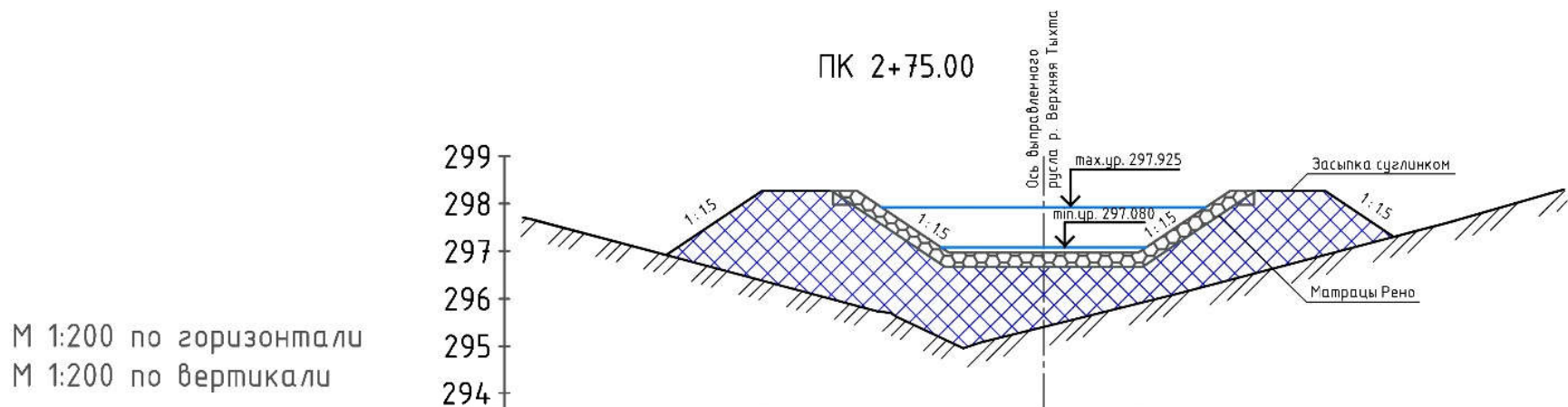


### Приложение 5. Продольный профиль на участке выправляемого русла



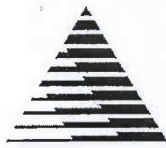


### Приложение 7. Поперечное сечение в насыпи проектируемого русла р. Верхняя Тыхта



Проектные данные	Отметка, м	296.92	298.27	298.27	296.97	296.97	296.97	298.27	298.27	297.30	
	Расстояние, м		2.03	2.00	1.95	2.00	2.00	1.95	2.00	1.46	
Фактические данные	Отметка земли, м	297.66		295.63	295.07	295.41		296.11		297.62	298.21
	Расстояние, м		7.66		1.77	1.34	2.87		5.75		2.06

## Приложение 8



Угольная компания  
**СИБИРСКАЯ**  
Акционерное Общество

654007, г. Новокузнецк, пр-т Ермакова д.5  
Тел/факс 8 (384-3) 53-85-06, 92-15-06  
e-mail: office@uksib.ru

23.03.2017 № 17-43/1990

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ООО «Центр  
инженерных технологий»

Е.Г. Яковченко

2017г.



СОГЛАСОВАНО  
Генеральным директором  
АО «УК Сибирская»

А.В. Беляев

« » 2017г.



### АКТ

о внедрении научно-технических разработок по теме «Совершенствование технологии проектирования работ по восстановлению русел малых рек, нарушенных горными выработками (на примере Кемеровской области)»

Настоящий акт составлен о том, что ООО «Центр инженерных технологий» в лице своих представителей Жорова В.А. и Коломоец С.Ю. передал разработки и научно-практические рекомендации диссертации, а организация АО «УК Сибирская» использовала научно-техническую информацию при принятии проектных решений по восстановлению (реконструкции) русла р. Заломаева.

Главный инженер

Ведущий инженер

Жоров В.А.

Коломоец С.Ю.