

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Геолого-географический факультет  
Кафедра динамической геологии**

**Третьяк Анна Ивановна**

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ  
В ЗОНАХ ПЕРЕХОДА ГОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ В РАВНИННЫЕ ЛАНДШАФТЫ  
ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ  
(Республика Хакасия)**

Диссертация  
на соискание степени магистра  
по направлению подготовки 05.04.01 Геология

Томск – 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Геолого-географический факультет  
Кафедра динамической геологии

УДК [502.17] (571.513)

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
В ГЭК**

Руководитель ООП,  
профессор В.П. Парначев  
«03» июни 2016 г.

**Третьяк Анна Ивановна**

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ  
В ЗОНАХ ПЕРЕХОДА ГОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ В РАВНИННЫЕ ЛАНДШАФТЫ  
ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ  
(Республика Хакасия)**

Диссертация

на соискание степени магистра по направлению подготовки 05.04.01 Геология

Магистерская программа  
Историческая и региональная геология

Специализация  
Экологическая геология

**Научный руководитель,**  
доцент, к.г.-м.н. А.Л. Архипов

**Научный консультант,**  
геолог НИЛ геокарт, к.г.-м.н.  
Н.А. Макаренко

Томск – 2016

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Геолого-географический факультет  
Кафедра динамической геологии

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой,  
профессор В.П. Парначев  
« 27 » 02 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на подготовку диссертации магистра

магистранту Третьяк Анне Ивановне группы 02408

1. Тема диссертации: Экологическое состояние геологической среды в зонах перехода горных сооружений Кузнецкого Алатау в равнинные ландшафты Южно-Минусинской котловины (Республика Хакасия)

3. Перечень вопросов, решаемых по заданию заинтересованных организаций и их наименование: результаты работы использованы НИЛ геокарт ГГФ НИ ТГУ при составлении геологических отчетов в рамках государственных контрактов с МПР РФ, а также в образовательном процессе при проведении практических занятий по курсам «Экологическое картирование» и «Методика картирования четвертичных отложений».

4. Обязательные графические приложения: Схема геологического строения исследуемой территории, Схема неоген-четвертичных образований, Геоморфологическая схема, Эколого-геологическая схема, Схема оценки эколого-геологической опасности.

5. Сроки предоставления завершенной диссертации:

- на кафедру « 30 » мая 2016 г.

- в ГЭК « 6 » июня 2016 г.

6. Предзащита на кафедре: « 31 » мая 2016 г.

7. Консультанты по разделам диссертации: геолог НИЛ геокарт, к.г.-м.н. Н.А. Макаренко – научный консультант по разделам специальной части.

Научный руководитель: доцент, к.г.-м.н. А.Л. Архипов

Дата « 24 » февраля 2016 г.

Задание принял к исполнению « 24 » февраля 2016 г.

Магистрант: гр. 02408 А.И. Третьяк

Утверждено на заседании кафедры « 24 » февраля 2016 г. Протокол № 4

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 6  |
| <b>ОБЩАЯ ЧАСТЬ</b>   |    |
| 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА.....  | 14 |
| 1.1. Стратиграфия.....   | 14 |
| 1.2. Тектоника.....  | 24 |
| 1.3. Интрузивные образования.....  | 25 |
| 1.4. История геологического развития.....  | 26 |
| 1.4. Полезные ископаемые.....  | 27 |
| <b>СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ</b>   |    |
| 2. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.....   | 28 |
| 2.1. Методика составления геоморфологической схемы.....  | 28 |
| 2.2. Пространственное распределение типов рельефа.....   | 34 |
| 2.2.1. Эрозионно-денудационный и структурно-денудационный рельеф.....  | 34 |
| 2.2.2. Аккумулятивный рельеф.....  | 38 |
| 3. ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ.....  | 42 |
| 3.1. Методика составления ландшафтной схемы.....   | 42 |
| 3.2. Природные ландшафты.....  | 43 |
| 3.3. Техногенные ландшафты.....  | 48 |
| 4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.....  | 49 |
| 4.1. Методика составления эколого-геологических картосхем.....   | 49 |
| 4.2. Методика обработки эколого-геохимической информации.....  | 51 |
| 4.3. Пространственное распределение природных неблагоприятных экзогенных<br>геологических и экогеохимических аномалий..... | 53 |
| 4.3.1. Горные области Кузнецкого Алатау.....   | 53 |
| 4.3.2. Предгорные области.....   | 55 |
| 4.3.3. Равнинные, субравнинные и долинные.....   | 56 |
| 4.3.4. Антропогенные и техногенные изменения геологической среды.....  | 60 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....  | 70 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....   | 74 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Схема геологического строения исследуемой территории.....   | 79 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Схема неоген-четвертичных образований исследуемой территории..  | 80 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – Геоморфологическая схема исследуемой территории.....  | 81 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4 – Ландшафтная схема исследуемой территории.....   | 82 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 5 – Эколого-геологическая схема исследуемой территории.....   | 83 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 6 – Схема оценки эколого-геологической опасности.....   | 84 |

**ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

|       |                                   |
|-------|-----------------------------------|
| ГИС   | геоинформационные системы         |
| ГС    | геологическая среда               |
| ПДК - | предельно допустимая концентрация |
| ТМ -  | тяжелые металлы                   |
| ЭГП   | экзогенные геологические процессы |
| ЭГС   | эколого-геологическая схема       |

## ВВЕДЕНИЕ

Работа написана автором по материалам, полученным в процессе работы (в качестве инженера) в НИЛ геокарт геолого-географического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета по Федеральным программам ГДП-200 по двум номенклатурным листам N-45-XXIV (Балыкса) и N-46-XIX (Уйбат). В процессе работы широко использовались методы современного картографирования и обработки фактических данных, а именно: Excel, CorelDRAW X5, ArcGIS с применением дополнительных модулей и инструментов анализа (ArcMap 10.1, Spatial Analys и др.), а также данные дистанционного зондирования (снимки спутника Landsat 8 OLI: RGB композит 6, 5 и 2 каналов, RGB композит 5, 4 и 2 каналов).

Границы изученной территории ограничены координатами 53° 20' - 54° 00' с.ш., 89° 00' - 91° 00' в.д. и располагаются в пределах Ширинского, Аскизского и Усть-Абаканского районов Республики Хакасия и Таштагольского района Кемеровской области. Общая площадь составляет 9 810 км<sup>2</sup>. Территория расположена в пределах Алтае-Саянской складчатой области и представляет собой область сопряжения восточного склона Кузнецкого Алатау, юго-восточного склона Батенёвского кряжа и Минусинской котловины (рис. 1).

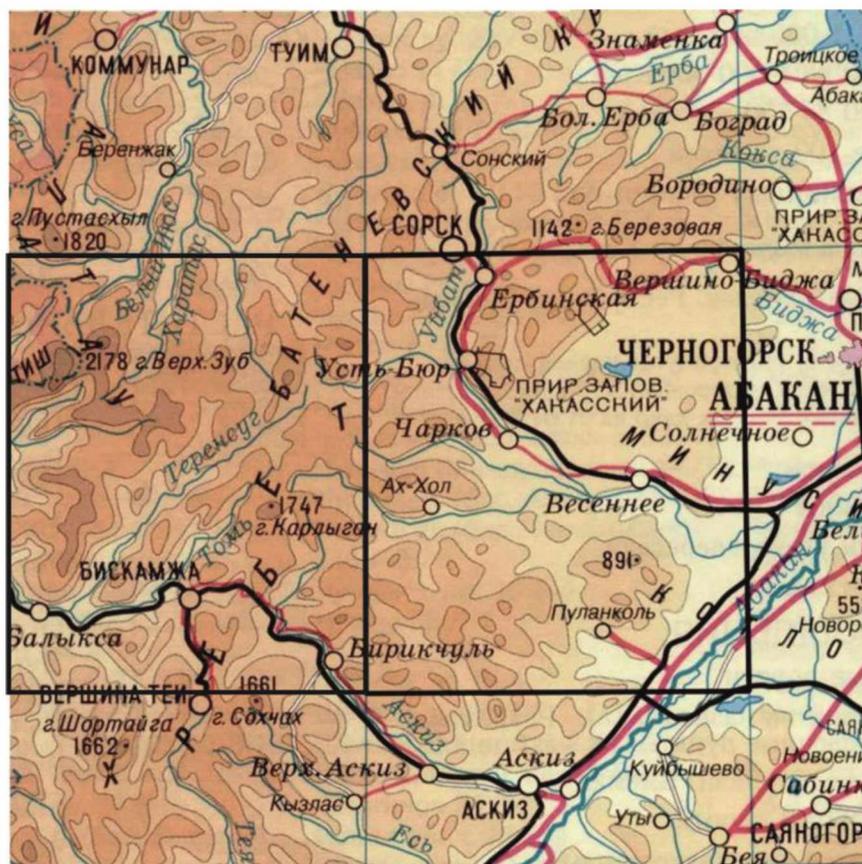


Рисунок 1 – Обзорная карта площади работ (фото yandex.ru)

Наиболее крупными водными артериями района в горной области являются рр. Томь, Аскиз, Теренсуг, Харатаг, М. и Б. Казыры; в холмогорной и равнинной областях – Абакан, Уйбат, Камышта и др. На территории находится большое количество озёр, наиболее крупным горным озером является озеро Хызыр-Тырен, в степной части – озеро Улуг-Холь.

Растительность на территории представлена: в высокогорной области – тундровым типом; в среднегорной и низкогорных областях - таёжной, березово-лиственничной; в холмогорной и степных областях – кустарниковой, разнотравно-злаковой, участками ковыльно-злаковой растительностью. Климат района континентальный с резкими сезонными колебаниями от +25° до +30° в июле, и от -45° до -50° в январе. Среднегодовое количество осадков западной высокогорной и среднегорной части превышает 1500 мм в год, низкогорной части достигает 1000 мм в год, в восточной (равнинной и субравнинной) части около 700 мм в год.

Заселенность и экономическая освоенность района неравномерны: территории северо-западной и центральной части листа являются заброшенными, населённые пункты расположены вдоль автомобильных дорог с асфальтовым покрытием Абакан-Абаза, Абакан-Сорск и автомобильной дороги с гравийным покрытием, а также железнодорожных веток Новокузнецк-Абакан и Абакан-Ачинск. Основными населенными пунктами на данной площади в настоящее время являются посёлки Балыкса, Бискамжа, Бирикчуль, Усть-Бюрь, Чарков, Весеннее; станции Ербинская, Уйбат, Капчалы, Нанхчул и Шора [2].

Население занято в сельском хозяйстве, главным образом в животноводстве; в лесной и горнодобывающей промышленности, на железнодорожном транспорте.

**Актуальность работы** определяется тем что, в настоящее время во всё возрастающем объёме, отмечается резкое ухудшение состояния ГС, что требует разработки не только теоретических основ и подходов решения экологических проблем, но и практических наработок, направленных на выявление очагов загрязнения ГС (как природных, так и антропогенных). Теоретические основы разработаны трудами крупных учёных, таких как Ф.В. Котлов (1978), Ю.Е. Сагет (1990), В.Т. Трофимов (1997, 2003, 2007), В.А. Алексеенко (2000). Начиная с 90-х годов 20-го столетия эколого-геологические исследования внедрены в практику геологосъемочных работ по программам Госгеолкарта-200, ГДП-200. На протяжении последних лет (2010-2016) в НИЛ геокарт геолого-географического факультета Национально исследовательского Томского государственного университета выполняются работы в рамках государственных заказов Федерального агентства по недропользованию по воспроизводству минерально-

сырьевой базы за счет средств федерального бюджета в рамках государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» - Госконтракты № 10 от 30.06.2008 г, № 13 от 03.06.2008, № 16 от 23.03.2012 г и № 133 от 18.02.2014 г. В рамках государственных контрактов, по программе ГДП-200, предусмотрены специализированные работы эколого-геологического характера, в которых автор работы принимал активное участие, являясь соисполнителем двух производственных отчётов:

– «Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000 (издание 2-е). Лист N-45-XXIV (Балыкса)» // Котельников А.Д., Дербан А.Г., Макаренко Н.А. и др. Объяснительная записка. – С-Пб: ВСЕГЕИ, 2013.;

– «Геологический отчёт о результатах выполненных работ в 2012-2014 гг. по объекту «ГДП-200 листа N-46-XIX (Уйбатская площадь)» // Котельников А.Д. и др., Хакасский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО», 2014.

**Цель:** анализ современного экологического состояния геологической среды в зонах перехода горных сооружений Кузнецкого Алатау в равнинные ландшафты Южно-Минусинской котловины (Республика Хакасия).

**Задачи:**

– составить комплект оцифрованных мелкомасштабных (1:500 000) картосхем на базе материалов ГДП-200;

– охарактеризовать методику составления картосхем и обработки экогеохимической информации;

– оконтурить на ландшафтной основе площади распространения неблагоприятных геоэкологических процессов и объектов;

– проанализировать особенности пространственного распределения ЭГП и экогеохимических аномалий в разных ландшафтно-геоморфологических условиях;

– оценить роль антропогенной составляющей в нарушении геологической среды;

– дать оценку общего состояния геологической среды и степень экологической опасности в зоне перехода горных сооружений в равнинные.

**Предмет исследования:**

– природные и техногенные ландшафты;

– экзогенные геологические процессы и объекты;

– коренные породы и рыхлые отложения;

– почвы и почвообразующие породы;

– донные отложения (постоянных и временных водотоков);

– поверхностные (озёрные) воды;

– техногенные отложения.

**Научная новизна.** Впервые, на региональном уровне проведена комплексная эколого-геологическая оценка состояния ГС в рамках двух номенклатурных планшетов (общей площадью в 9 810 км<sup>2</sup>), включающая в себя как общепринятые (стандартные) методики построения и анализа геоморфологических и эколого-геологических схем, так и нетрадиционные способы обработки фактических материалов, в том числе с использованием геоинформационных систем (ГИС, с рядом дополнительных модулей), которые могут быть использованы (и частично использованы автором) в научных публикациях. Оформленный автором в цифровых моделях (на современном уровне) картографический материал - с геологической, геоморфологической, ландшафтной и экогеохимической нагрузкой, может служить базой для последующей более детальной проработки, с выходом не только на научные публикации, но и на внедрение в практику методических и иных рекомендаций.

**Защищаемые положения:**

1. В направлении от горных областей к равнинным происходит последовательное ослабление интенсивности ЭП, при этом набор и масштабы распространения быстротекающих процессов претерпевают значительные изменения в зависимости от абсолютных отметок, крутизны склонов, степени вертикального расчленения рельефа вплоть до их затухания в равнинных (степных) областях.

2. От горных областей к равнинным трансформируется полиэлементный состав геохимических аномалий – от халько- и сидерофильного в горных областях до литофильного в степях, что главным образом связано с пространственной сопряженностью аномалий в горах с проявлениями рудной минерализации, а в степях – с минерализованными водоёмам возникшими при участии аридного седиментогенеза.

3. Общее состояние ГС по совокупности признаков оценивается как удовлетворительное. Напряжённая и кризисная экологическая обстановка связана главным образом с антропогенной и техногенной нагрузкой.

**Практическая значимость.** В процессе выполнения магистерской программы автором, по теме диссертации, были опубликованы следующие работы:

1. **Третьяк А.И.,** Кренида О.А. К методике картирования зон активной аккумуляции осадочного материала в рыхлом покрове кайнозойских отложений Южно-Минусинской впадины и её горного обрамления // Материалы XVIII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». - г. Томск, 2015 г. – С. 72-74

2. **Третьяк А.И.,** Кренида О.А. Неблагоприятные экологические процессы и объекты в зонах перехода горных ландшафтов в равнинные (Северо-западная часть

Южно-Минусинской котловины, Республика Хакасия) // Материалы Пятнадцатой межвузовской молодежной научной конференции «Школа экологической геологии и рационального недропользования». - С-Пб: гос. ун-т, 2015. - С. 251-253

3. **Третьяк А.И.**, Кренида О.А. Эколого-геологическая обстановка северо-западной части Южно-Минусинской впадины (Республика Хакасия) // Материалы III Всероссийской молодежной научно-практической школе-конференции. Геологический полигон «Шира», Республика Хакасия, Россия. - Новосиб. гос. ун-т ; Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН. Новосибирск: РИЦ Новосиб. гос. ун-та, 2015. - С. 106-108

Результаты исследований обсуждались на «III Всероссийской молодежной научно-практической школы-конференции», проводимой Новосибирским государственным университетом (2015 г.), XVIII Международном научном симпозиуме имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», проводимом Томским политехническим университетом (2015 г.), а также доложены на Пятнадцатой межвузовской молодежной научной конференции «Школа экологической геологии и рационального недропользования», проводимой Санкт-Петербургским государственным университетом. На последнем форуме за представленный доклад автор награждён дипломом третьей степени.

Полученные результаты использованы при составлении геологических отчетов в рамках государственных контрактов с МПР РФ, а также в образовательном процессе при проведении практических занятий по курсам «Экологическое картирование» и «Методика картирования четвертичных отложений».

**Структура и объём работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и заключения. Общий объём страниц 84, в том числе 4 таблицы, 12 рисунков, 6 приложений. Список использованных источников и литературы содержит 54 наименования: 48 опубликованных, из них 2 на английском языке и 6 фондовых источника.

**Во введении** кратко рассмотрена административное положение района и его главные физико-географические особенности, обоснована актуальность работы, определены цели и задачи диссертационной работы, обозначены объекты и предметы исследования, показана научная новизна и практическая значимость решаемых в диссертации вопросов. **В первой главе** приводятся общие сведения о геологическом строении изученной территории. **Во второй главе** (специальная часть) рассмотрены геоморфологические особенности района с обращением внимания на методику составления, как основной геоморфологической карты, так и дополнительных

вспомогательных схем, охарактеризовано пространственное распределение типов рельефа. **В третьей главе** приведена методика составления ландшафтных схем, описаны ландшафтные особенности территории на основе составленной автором картосхемы. **В четвёртой главе** описана методика составления эколого-геологических картосхем, составлена оригинальная Эколого-геологическая схема, последовательно охарактеризовано экологическое состояние геологической среды вдоль трансекта соединяющего высокогорные участки (г. Верхний Зуб, 2178 м) с равнинными (оз. Улуг-Холь, 549 м). Охарактеризованы природные, антропогенные и техногенные изменения геологической среды. В конце главы приведена и проанализирована схема Оценки эколого-геологической опасности. **В заключение** подведены итоги исследований, сформулированы основные выводы.

**Благодарности.** Автор выражает свою признательность научному руководителю доценту каф. динамической геологии, к.г.-м.н. А.Л. Архипову, заведующему НИЛ геокарт ГГФ НИ ТГУ Котельникову А.Д и всему коллективу лаборатории, декану геолого-географического факультета доценту, к.г.-м.н. Г.М. Татьянину, за доброжелательное отношение, советы и консультации.

Особую благодарность хочу выразить своему научному консультанту доценту, к.г.-м.н. Н.А. Макаренко, который не только оказывал мне постоянную помощь и поддержку на всех этапах работы, но и щедро делился своими знаниями и опытом в области геологии и смежных дисциплин.

# 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА

## 1.1. Стратиграфия

Стратифицированные образования слагают примерно 40% площади листа, охватывая интервал от позднего докембрия до квартера (Приложение 1). Их стратиграфическое расчленение проведено в соответствии с Легендой Минусинской серии Гостгеолкарты-200/2 [51]. Ниже приводится стратиграфическая схема для отложений двух номенклатурных планшетов N-45-XXIV (Балыкса) и N-46-XIX (Уйбат).

### Верхнепротерозойская эонотема (PR<sub>2</sub>)

#### Вендская система (V)

*чарыштагская свита Včr*

*биджинская свита Vbd*

*мартюхинская свита Vmr*

#### Кембрийская система (Є)

##### Нижний отдел (Є<sub>1</sub>)

*усинская свита Є<sub>1</sub>us*

*кутеньбулукская свита Є<sub>1</sub>kb*

##### Нижний-средний отделы нерасчленённые Є<sub>1-2</sub>

*азыртальская свита Є<sub>1-2</sub>az*

#### Девонская система (D)

##### Нижний отдел (D<sub>1</sub>)

*казановская свита D<sub>1</sub>kz*

*большесырская свита D<sub>1</sub>bs*

*тастрезенская свита D<sub>1</sub>ts*

*толтаковская свита D<sub>1</sub>tl*

##### Средний отдел (D<sub>2</sub>)

*илеморовская свита D<sub>2</sub>il*

*бейская свита D<sub>2</sub>bs*

##### Верхний отдел (D<sub>3</sub>)

*ойдановская свита D<sub>3</sub>od*

*кохайская свита D<sub>3</sub>kh*

*тубинская свита D<sub>3</sub>tb*

#### Каменноугольная система (C)

##### Нижний отдел (C<sub>1</sub>)

Турнейский ярус ( $C_{1t}$ )*быстрянская свита  $C_{1bs}$* *алтайская свита  $C_{1al}$* *камьшитинская свита  $C_{1kt}$* *самохвальская свита  $C_{1sm}$* *кривинская свита  $C_{1kr}$* 

## Серпуховский-визейский ярусы объединённые

*соломенная свита  $C_{1sl}$* *ямкинская свита  $C_{1jm}$* *байновская свита  $C_{1bn}$* *подсиньская свита  $C_{1ps}$* *солёноозёрская свита  $C_{1sn}$* Средний отдел ( $C_2$ )Башкирский ярус ( $C_2b$ )*сарская свита  $C_{2sr}$* 

## Кайнозойская эратема (KZ)

## Неогеновая система (N)

Верхний миоцен ( $N_1^3$ )

## Четвертичная система (Q)

Плейстоцен ( $Q_p$ )Эоплейстоцен ( $Q_E$ )Эоплейстоцен - нижнее звено неоплейстоцена ( $Q_{E-I}$ )Неоплейстоцен ( $Q_H$ )Среднее звено ( $Q_{II}$ )Верхнее звено ( $Q_{III}$ )Неоплейстоцен верхнее звено - голоцен ( $Q_{III-H}$ )Голоцен ( $Q_H$ )

## Нерасчлененные образования

**Вендская система (V)**

Стратиграфия докембрия хр. Азыртал и Батенёвского кряжа изучалась разными авторами В.М. Ярошевичем [46], К.Л. Паком [25], Б.Г. Краевским, В.А. Шипицыным, О.В. Сосновской [52] и А.Б. Гинцингером [29] и др.. На изученной территории в состав вендской системы входят три свиты (снизу вверх): *чарыштагская* ( $V_{\check{c}r}$ ) установленная Б.Г.Краевским и В.А. Шипицыным в 1979 г. на хребте Азыр-Тал [15], *биджинская* ( $V_{bd}$ ) и *мартюхинская* ( $V_{mr}$ ) выделена из состава енисейской свиты В.М. Ярошевичем [46] в

1962 г. со стратотипом в районе пос. Биджа и г. Мартюхина. Все перечисленные свиты сложены карбонатными отложениями (доломитами, известняками, кремнистыми породами, с редкими прослоями глинистых сланцев, песчаников). Мощность каждой из свит значительна (1000-2500 м). Общая мощность свит достигает 5300 м. Между собой свиты залегают согласно, основание венда не вскрыто. Возраст определяется по многочисленным находкам микрофитоцитов и водорослей, а также по их положению в стратиграфическом разрезе [49, 52].

### **Кембрийская система (Є)**

#### **Нижний отдел(Є<sub>1</sub>)**

Нижний отдел кембрийской системы представлен *усинской* (Є<sub>1us</sub>) и *кутеньбулукской* (Є<sub>1kb</sub>) свитами. Последняя установлена А.Н. Чураковым в 1932 г. со стратотипом в пади Кутень-Булук. Состав *усинской* свиты существенно карбонатный (известняки, доломиты с прослоями силицилитов), мощность – 1100 м. В отложениях свиты отмечена фауна археоциат. *Кутеньбулукская* свита сложена песчаниками, мергелями, кремнистыми сланцами суммарной мощностью более 820 м. Возраст свиты надёжно определён многочисленными остатками археоциат, водорослей, трилобитов, раковин гастропод, спикулами губок. По совокупности органических остатков возраст *усинской* свиты в соответствии с Легендой Минусинской серии отвечает средней и верхней частям санаштыкгольского горизонта нижнего кембрия, а *кутеньбулукской* оброчевскому горизонту нижнего кембрия.

#### **Нижний-средний отделы кембрия нерасчленённые (Є<sub>1,2</sub>)**

*Азыртальская* свита (Є<sub>1,2az</sub>) установлена М.К. Винкман и А.Б. Гинцингером в 1962 г. на хребте Азыр-Тал [29]. Имеет пёстрый литологический состав – конгломерато-брекчии, песчаники, туфы, линзы известняков. Залегают несогласно на усинских известняках, нередко отмечаются тектонические контакты. Перекрывающие отложения отсутствуют (не наблюдались). Мощность – 1200 м, возраст определён по находках археоциат и трилобитов оброчевского и агатинского горизонтов, что соответствует границе нижнего и среднего кембрия.

### **Девонская система (D)**

В девонской системе выделяются три отдела, а также ряд ярусов и многочисленные стратоны в ранге свит, толщ, пачек [30].

### Нижний отдел (D<sub>1</sub>)

Включает в себя четыре свиты (снизу вверх): *казановскую (D<sub>1kz</sub>)*, установленную А.Г. Сивовым в 1954 г. в окрестностях пос. Казановка, мощность – 600 м; *большесырскую (D<sub>1bs</sub>)* установленную М.Л. Махлаевым в 1990 году на хребте Сахсар, мощностью более 1000 м; *тастрезенскую (D<sub>1ts</sub>)* установленную В.И. Красновым в 1976 г. на горе Тастрезен, мощностью до 1500 м; *толтаковскую (D<sub>1tl</sub>)*, установленную в 1955 г. Б.Н. Красильниковым и А.А. Моссаковским, мощностью менее 600 м. Взаимоотношение свит между собой и с подстилающими отложениями разные. Так, *казановская* свита с угловым несогласием перекрывает отложения венда и кембрия и согласно перекрыта большесырскими вулканитами, *тастрезинская* свита с резким структурным несогласием залегает на кембрии и венде, а взаимоотношения *толтаковской* свиты с выше и ниже лежащими отложениями достоверно не установлены [8, 49].

Состав перечисленных свит довольно разнообразный: *казановская* и *толтаковская* свиты сложены красноцветными песчаниками, линзами и прослоями гравелитов, мелкогалечниковыми конгломератами, тогда как в составе *большесырской* и *тастрезинской* свит преобладают вулканиты основного, среднего и кислого состава. Возраст вышеперечисленных свит определён по находкам флоры риниофитов (в *казановской* свите), и по положению в разрезе (в остальных случаях).

### Средний отдел (D<sub>2</sub>)

Отдел представлен *илеморовской* свитой (**D<sub>2il</sub>**) установленной Н.А. Беляковым и В.С. Мелещенко в 1952 г. в окрестностях пос. Илеморово, с общей мощностью 55 м и *бейской* свитой (**D<sub>2bs</sub>**) установленной А.А. Штукенбергом в 1886 г. в районе с. Бея (мощность варьирует от 150 до 450 м). *Илеморовская* свита с размывом в основании залегает на отложениях нижнего девона и в свою очередь согласно перекрыта карбонатными породами *бейской* свиты. В составе илеморовской свиты преобладают ритмично-слоистые глинистые алевролиты с прослоями песчаников, мергелей и известняков, *бейская* свита – существенно карбонатная. Возраст перечисленных свит определён по многочисленным находкам остатков ракообразных, рыб и плауновых растений (*илеморовская* свита); ругоз, брахиопод, мшанок, криноидей, пеллеципод, гастропод, трилобитов, остракод, филлопод, рыб и миоспор (*бейская* свита).

### Верхний отдел (D<sub>3</sub>)

В верхнем отделе девонской системе выделяют *ойдановскую* свиту (D<sub>3od</sub>), установленную в 1955 г. В.С. Мелешенко в районе пос. Ойданов, мощностью в 400-450 м; *кохайскую* (D<sub>3kh</sub>) и *тубинскую* свиты (D<sub>3tb</sub>), установленных в 1953 г. Н.А. Беляковым и В.С. Мелешенко на г. Кохай и р. Туба соответственно. Мощность *кохайской* свиты менее 420 м, *тубинской* – от 450 до 1000 м. *Ойдановская* свита согласно залегает на подстилающей *бейской* и в свою очередь без видимого несогласия перекрыта отложениями *кохайской* свиты. Взаимоотношения *кохайской* и *тубинской* свит – согласные. Литологический состав всех трёх свит однообразен. Это красноцветные, реже пестроцветные терригенные породы – алевролиты, песчаники, аргиллиты, прослой известняков, пропластки гипса. Возраст отложений верхнего девона определяется по находкам филопод, рыб ископаемых растений [49].

### Каменноугольная система (С)

#### Нижний отдел (С<sub>1</sub>)

#### Турнейский ярус (С<sub>1t</sub>)

Включает в себя (снизу вверх): *быстрянскую* (С<sub>1bs</sub>), *алтайскую* (С<sub>1al</sub>), *камыштинскую* (С<sub>1km</sub>), *самохвальскую* (С<sub>1sm</sub>), *кривинскую* (С<sub>1kr</sub>) свиты, с общей мощностью 485 м. Породы перечисленных свит слагают значительные площади в центральной части Южно-Минусинской впадины в составе крупных мульд и брахисинклиналий (Ускольская, Кутеньбулукская, Черногорская и др.), а также осложняющих их брахиантиклиналий (Карасугская, Ярымкойская, Абакансользаводская и др.). Все перечисленные выше свиты установлены в 1943-1944 гг. А.В. Тыжновым и О.В. Тыжновой за пределами изученной нами территории в право- и левобережье р. Енисей. Мощности отдельных свит невелики (50-200 м).

Литологический состав довольно однотипен: песчаники, алевролиты, туфы, линзы известняков, причем вверх по разрезу возрастает роль туфогенного материала и появляются в ощутимых количествах туфопесчаники, туфоалевролиты, туфы, туфиты.

Палеонтологически охарактеризованы почти все свиты, за исключением *алтайской*. Наиболее богатые местонахождения ископаемых растений турнейского возраста выявлены специалистами Палеонтологического центра ТГУ (Л.Г. Пороховниченко и А.Н. Филимоновым) в составе *самохвальской* свиты [49]. Остальные свиты содержат менее обильные ископаемые остатки, а также палинокомплексы, сопоставимые с верхнетурнейскими комплексами Европейской части России.

Основной метод картирования каменноугольных отложений основан на отчётливой смене окраски пород – от зеленоватой до красноцветной, что связано с резкими климатическими колебаниями природных условий от пустынных до субтропических. Так, снизу вверх по разрезу смена окрасок следующая: быстрянская – желтовато-зеленоватые, алтайская – красноцветные, камыштинская – желтовато-серые, самохвальская – зеленые, кривинская – красноцветные.

#### Визейский ярус ( $C_{1v}$ )

Состоит из четырёх свит (снизу вверх): *соломенской* ( $C_{1sl}$ ), *ямкинской* ( $C_{1jm}$ ), *байновской* ( $C_{1bn}$ ), *подсиньской* ( $C_{1ps}$ ), с общей мощностью 600-780 м. Состав пород пёстрый: песчаники, алевролиты, туфы, туффиты. Принцип расчленения также связан со сменой окрасок – от зеленоватых до красноцветных.

Перечисленные свиты установлены М.И. Грайзером в 1956-1967 гг. [12]. Возраст свит принят визейским на основании сборов ископаемой флоры, а также в результате изучения палинокомплексов.

#### Серпуховский ярус ( $C_{1sr}$ )

*Солёноозерская свита* ( $C_{1sn}$ ) установлена Г.П. Радченко в 1953 г. на левом берегу р. Абакан. Состоит из песчаников, конгломератов, гравелитов, алевролитов с тонкими прослоями каменного угля, мощность – 145 м. Свита является нижним подразделением угленосной формации Минусинского бассейна. С размывом залегает на *подсиньской* и также с размывом перекрывается *сарской* свитой. Охарактеризована комплексом макрофлоры и палинокомплексными характерными для серпуховского века.

#### Средний отдел ( $C_2$ )

*Сарская свита* ( $C_{2sr}$ ) установлена Г.П. Радченко в 1964 г. со стратотипом на Аскизском месторождении. Представлена алевролитами, песчаниками, аргиллитами с прослоями и линзами гравелитов с маломощными пластами каменного угля. Мощность очень изменчива от 40 до 170 м. По комплексу органических остатков – макрофлоре и палинофлоре отложения свиты отнесены к башкирскому веку среднего карбона [49].

## Кайнозойская эратема (KZ)

### Неогеновая система (N)

#### Верхний миоцен ( $N_1^3$ )

Представлен *озерными отложениями* ( $IN_1^3$ ), которые занимают значительные площади в прибортовой части Южно-Минусинской впадины сопряженной с предгорной частью Кузнецкого Алатау. Представлены красноцветными глинами слабо сцементированными, часто пылеватыми с кластолитами, прослоями песка, гравия мелкого щебня. Общая мощность до 25 м.

Возраст озерных отложений определен по палинологическим исследованиям, проведенным в Палеонтологическом центре ТГУ А.В. Ахтеряковой и Е.М. Буркановой, а также находкам фауны остракод, видовой состав которых определен В. Коноваловой [49]. Эти отложения в силу малой мощности не показана на геологической карте, но они отражены на схеме четвертичных образований (Приложение 2).

### Четвертичная система (Q)

#### Плейстоцен ( $Q_P$ )

#### Эоплейстоцен ( $Q_E$ )

#### Эоплейстоцен - нижнее звено неоплейстоцена ( $Q_{E-1}$ )

Представлен *озерно-хемогенными* ( $lhQ_{E-1}$ ) и *озерно-аллювиальными* ( $laQ_{E-1}$ ) отложениями незначительной мощности (до 20 м). Это глины, илы, суглинки, соли с примесью гравия, гальки и песка. Распространены в виде «пятен» по всей площади всхолмленной денудационной равнины Южно-Минусинской впадины. Возраст отложений определен по положению в разрезе и по аналогии с сопредельными территориями [10, 11].

#### Неоплейстоцен ( $Q_N$ )

#### Среднее звено ( $Q_{II}$ )

Представлено *аллювиальными отложениями третьей надпойменной террасы* ( $a^3Q_{II}$ ) р. Абакан. В составе аллювия третьей надпойменной террасы преобладают гравий, песок глины. Мощность отложений не превышает 15-20 м. В отдельных участках встречаются отложения четвертой надпойменной террасы. Возраст аллювия принят как средне-неоплейстоценовый по положению в разрезе и по аналогии с классическими террасами р. Енисей [11].

### Верхнее звено (Q<sub>III</sub>)

В высокогорной части Кузнецкого Алатау распространены ледниковые отложения двух горизонтов (чибитского и аккемского). Их состав довольно однообразен: глыбы с валунами, глины мощностью до 30 м. Возраст чибитского горизонта определен по положению в разрезе. Возраст аккемского горизонта - по находкам костных остатков в ледниковых отложениях грота Проскуракова на листе N-45-XVIII (Шира) с радиоуглеродной датировкой в 45 тысяч лет. В силу малой мощности отложений они представлены лишь на схеме четвертичных образований.

В равнинной части верхнее звено представлено *аллювием первой и второй надпойменными террасами объединенными* (a<sup>1+2</sup>Q<sub>III</sub>). Они занимают самые низкие гипсометрические уровни по обе стороны обширной долины р. Абакан. Отложения сложены песками, гравийно-песчаными отложениями, суглинками и линзами глин, мощность до 10 м. Возраст террас определен как поздний неоплейстоцен в соответствии с Легендой Минусинской серии [51].

### Неоплейстоцен верхнее звено-голоцен (Q<sub>III-H</sub>)

В среднегорной части Кузнецкого Алатау представлен *гляциофлювиальными отложениями* (fQ<sub>III-H</sub>), в низкогорной – *аллювиально-пролювиальными* (apQ<sub>III-H</sub>) отложениями. В составе гляциофлювиальных отложений доминируют суглинки с включениями валунов и гальки, мощностью до 15 м. Возраст определен в соответствии с Легендой Минусинской серии [51].

Аллювиально-пролювиальные отложения представлены суглинками, гравием, галькой песком, глинами с галькой, песком и щебнем. Мощность отложений до 40 м. Возраст этих отложений принят по аналогии со смежными территориями [11, 12]. Пространственное положение данных образований отражено на Схеме неоген-четвертичных образований (Приложение 2).

### Голоцен (Q<sub>H</sub>)

Представлен современным аллювием русел и пойм, а также озерно-болотными, болотными отложениями, техногенными образованиями. Мощности отложений незначительны (до 10 м). Возраст принят на основании Легенды Минусинской серии [51].

### Нерасчлененные образования

Представлены отложениями склонов, водоразделов и речных долин. В

высокогорных и среднегорных районах Кузнецкого Алатау широко развиты *коллювиальные, десертционные и солифлюкционные отложения (DR)*, преимущественно сложенные грубообломочным материалом: глыбами, суглинком, щебнем, дресвой. Мощность до 10-15 м.; *солифлюкционные отложения (s)* закартированы на очень пологих склонах (до 5°), примыкающих к широким долинам рр. Иней, Ассуг, Б. Каинзас и др. В условиях высокой влажности солифлюкционная компонента играет активную роль в двух и даже трехчленных парагенезисах с десертцией, делювием, коллювием. Состав солифлюксия простой – это суглинки со щебнем общей повышенной мощности (до 25 м); *десертционные отложения (dr)* являются доминирующим генетическим типом для густозалесенных участков Кузнецкого Алатау со сплошным растительным покровом и с относительно небольшой крутизной склонов (не более 20-25°). Состав отложений грубый – глыбы, щебень, заполнитель – дресва (до 10 м); *делювиальные отложения (d)*. Состав – щебень, дресва, суглинки, супеси с дресвой (до 10 м); *коллювиальные отложения (c)* образуются на обрывистых бортах рек с каньонообразным профилем. Состоят из глыб, щебня, дресвы (до 15 м); *элювиальные и делювиальные отложения (e,d)* встречаются в тесном сочетании элювия с делювием на водораздельных пространствах. Состоят из суглинков со щебнем и дресвой (до 10 м); *коллювиальные и делювиальные отложения (c,d)* закартированы в безлесных предгорных зонах стыка геологических структур Кузнецкого Алатау и Южно-Минусинской впадины с варьирующими углами падения склонов. Состав – глыбы, щебень, суглинки со щебнем (до 15 м); *делювиальные и десертционные отложения (d,dr)* проявлены в участках сочетания склонов без древесной растительности и с разреженным травяным покрытием, со склонами с густым растительным покровом. Состав пестрый – щебень, дресва, суглинки с дресвой и щебнем (до 10 м); *коллювиальные и десертционные отложения (c,dr)* развиты незначительно на ступенчатых склонах с повышенными углами наклона (15-40°). На крутых участках доминирует коллювий, на менее крутых – десертций. Состав крупнообломочный – глыбы, щебень, в качестве заполнителя – дресва (до 15 м); *делювиальные и солифлюкционные отложения (d,s)* встречаются очень редко на увлажненных, незалесенных пологих склонах. Состав – суглинки, щебень, дресва (до 20 м); *десертционные и солифлюкционные отложения (dr,s)* встречаются на склонах с избыточным увлажнением. Состав – глыбы, щебень, дресва, суглинки (до 10 м); *пролювиальные и делювиальные отложения (p,d)* широко развиты в горных, предгорных, реже в степных зонах. Имеют разномасштабный характер – от мелких конусов выноса в сухих логах до мощных шлейфов в крупных сухих долинах и в предгорьях Кузнецкого Алатау. Состав пестрый – суглинки, глины со щебнем, валунами, глыбами, гравием, дресвой (мощность очень изменчивы – от первых метров до 40 м).

В Южно-Минусинской впадине на отложениях разного генезиса (преимущественно озерных и аллювиальных) локально развит прерывистый чехол покровных лессовидных суглинков, представленных палевыми, плотными со столбчатой отдельностью породами с прослоями погребенных почв мощностью до 5 м, сформированных в поздненеоплестоцен-раннеголоценовое время. Нерасчленённые образования «сняты» с геологической карты но в полном объёме представлены на схеме четвертичных образований (Приложение 2).

## 1.2. Тектоника

Район расположен на стыке структур сарматид Кузнецкого Алатау и герцинид Южно-Минусинской впадины. На изученной территории отчётливо выделяются два структурных этажа: нижний – додевонский и верхний – девон-каменноугольный.

Нижний структурный этаж включает в себя (с запада на восток) Мрасский, Азыртальский антиклинории (блоки), Саксырское поднятие. Верхний структурный этаж входит в состав Минусинского межгорного прогиба [18], где породы девона и карбона формируют огромную изометричную (50x50 км) отрицательную структуру северо-западной оконечности Южно-Минусинской впадины. Внутри выделенных структур нижнего и верхнего этажей при проведении ГДП-200 установлена серия крупных сопряженных складок (с запада на восток): *антиклиналей* – Шорская, Ярымкойская, Абакансользаводская, Карасугская, Оросительная и *синклиналей* – Тейско-Хабзасская, Колергитская, Тустужульская, Бейская, Капчальская, Ханкульская, Ускольская, Кутеньбулукская, Черногорская. Складки, расположенные в додевонском фундаменте, линейные с крутыми углами падения (до 50°) крыльев, в Южно-Минусинской впадине брахиформные с пологими (5-15°) крыльями и широкими сводами. Длина складок как в нижнем, так и в верхнем этажах достигает 25-30 км, ширина разная, в зависимости от морфологического типа. Перечисленные крупные складчатые структуры смяты в более мелкие складки нескольких порядков и разбиты как крупными региональными разрывными нарушениями, так и оперяющими их более мелкими разломами.

Всего при проведении ГДП-200 [8, 49], выделено семь региональных разломов (Приложение 1). Два из них субмеридионального простирания расположены на крайнем юго-западе и ограничивают в пространстве Балыксинский грабен. Остальные тектонические нарушения имеют «диагональное» по отношению к рамкам геологической схемы северо-восточное простирание. С запада на восток последовательно выделены следующие тектонические разломы: Терсинский, Верхнетомский, Хоскольско-Кольгазинский, Хабзасско-Изычульский, Ужунжульский. Северо-восточная часть крутопадающего Хоскольско-Кольгазинского разлома переходит в «надвиг Чуракова» (Приложение 1) с пологим (35-40°) падением на север тектонического шва, по которому салаирские структуры Кузнецкого Алатау и Батенёвского кряжа надвинуты на герциниды Южно-Минусинской впадины. Перечисленные тектонические нарушения по морфологическому типу относятся к сбросам, всбросам и сбросо-сдвигам, амплитуды перемещения достигают 0,5 км. Более мелкие нарушения имеют различные простирания от субмеридионального, до субширотного [8, 49] и являются оперяющими по отношению к крупным разломам, их амплитуды перемещения не велики – от первых десятков до первых сотен метров.

### 1.3. Интрузивные образования

Интрузивные образования слагают более 50% изученной площади и входя в состав терсинского, мартайгинского, когтахского, тигертышского, юлинского и карлыгановского интрузивных комплексов. Пространственное расположение массивов перечисленных комплексов см. Приложение 1.

Наиболее древний **терсинский ультрамафитовый комплекс** сложен серпентинизированными перидотитами, дунитами и слагает два мелких линейных тела, (10x1,5 и 5x0,7 км) полностью включённых в Балыксинский грабен. Возраст комплекса недостаточно ясен и по легенде Минусинской серии принимается как позднекембрийский.

**Мартайгинский диорит-гранодиоритовый комплекс** развит ограничено в юго-западном «углу» схемы (Ортонский и Назаский массивы) и в районе пос. Бирикчуль (северо-восточное окончание Аскизского массива). При проведении ГДП-200 методом U-Pb датирования по цирконам (SHRIMP-II) пород обоих массивов комплекса получены две датировки  $510 \pm 7$  млн. лет и  $505,9 \pm 4,1$  млн. лет, что соответствует среднему кембрию.

**Когтахский габбро-монцодиорит-сиенитовый комплекс** широко развит [16, 41] и представлен тремя фазами внедрения: первая – габброидная, вторая – монцодиоритоидная и третья – сиенитоидная. Характерная черта комплекса умеренно-щелочной и даже щелочной уклон химизма [13], повышенное содержание титана и фосфора [4]. На изученной территории выделяются многочисленные мелкие и средние (по размерам) массивы изометричной, неправильной и даже линейной формы залегания, площадью от первых км<sup>2</sup> до 200 км<sup>2</sup>. Породы комплекса прорывают вмещающие карбонатные отложения венда и терригенно-известковые породы нижнего кембрия. Абсолютный возраст определён в петротипе Когтахского комплекса, находящегося за пределами изученного района, методом U-Pb датирования по цирконам (SHRIMP-II) в двух пробах монцодиоритов –  $500 \pm 4,3$  и  $500,8 \pm 4,6$  млн лет., что соответствует границе среднего и позднего кембрия [7].

**Тигертышский гранитоидный комплекс** образует крупное вытянутое в субмеридиональном направлении тело (65x30 км), приуроченное к осевой части Кузнецкого Алатау (собственно Тигертышский плутон) и ряд более мелких массивов на всей площади (за исключением Южно-Минусинской впадины). Комплекс имеет двухфазное строение – первая фаза представлена биотит-роговообманковыми гранитами, вторая секущими телами лейкогранитов. Гранитоиды комплекса прорывают венд-кембрийские отложения, а также породы когтахского и мартайгинского комплексов, в свою очередь прорваны мелкими телами юлинского комплекса. Для тигертышского

комплекса в 2010 г. А.Д. Котельниковым при проведении ГДП-200 методом U-Pb датирования по цирконам (SHRIMP-II) получены четыре датировки для первой фазы тигертышского комплекса:  $494,9 \pm 5,1$  млн лет,  $493,3 \pm 7,8$  млн лет;  $494,7 \pm 8,4$  млн лет. и  $482,4 \pm 4,8$  млн лет. Эти даты соответствуют интервалу времени от позднего кембрия до раннего ордовика [6].

**Юлинский сиенит-граносиенитовый комплекс** имеет весьма ограниченное распространение и образует дайкообразные тела максимальной протяженности в 5 км, при ширине до 0,5 км. Тела комплекса прорывают граниты тигертышского и монцодиориты когтахского комплекса в районе ст. Ербинская и в верховьях р. Бейка. Возраст комплекса к северу от изученной площади и соответствует среднему и позднему ордовику [49].

**Карлыгановский гранитоидный комплекс** установлен в 1961 г. Д.И. Мусатовым как раннекембрийский. По результатам ГДП-200 листа N-45-XXIV (Балыкса) в 2013 г. по инициативе А.Д. Котельникова введён в Легенду Минусинской серии как раннедевонский. Это изометричное тело с размерами 25x30 км, сложенное гранитами и гранит порфирами. Тело прорывает интрузивные породы когтахского и тигертышского комплексов. Возраст гранитов г. Карлыган, по результатам проведённого U-PB изотопного датирования (SHRIMP-II) определяется как раннедевонский –  $408,9 \pm 2,9$  млн. лет и  $403,9 \pm 3,2$  млн. лет [8].

Кроме вышеперечисленных интрузивных комплексов на изученной территории широко развиты разнообразные дайковые тела, сопровождающие интрузивы главных фаз, а также относящиеся к раннедевонскому комплексу малых интрузий (дайки микрогаббро, микросиенитов, диорит-порфиритов и др.). Эти породы формируют не только отдельные тела, но и целые рои даек.

#### 1.4. История геологического развития

История геологического развития сложная, порой противоречивая, что приводит к её неоднозначной трактовки разными исследователями. По данным ГДП-200 [8, 49] здесь можно выделить несколько последовательно сменяющих друг друга этапов.

**Офиолитовый этап** представлен дунит-гарцбургитовой формацией рифея (терсинский комплекс).

**Островодужный этап** со стадией задугового бассейна (V-С<sub>1-2</sub>) состоит из следующих формаций: известняково-доломитовой (*чарыштагская, биджсинская,*

*мартюхинская* свиты); рифогенно-карбонатной (*усинская* свита); вулканогенно-карбонатно-терригенной (*азыртальская* свита).

**Аккреционно-колизийный этап** ( $\text{Є}_2\text{-O}_{2-3}$ ) ознаменовался становлением нескольких интрузивных комплексов – мартайгинского, когтахского, тигертышского и юлинского.

**Этап активной континентальной окраины** с надсубдукционной рифтовой стадией ( $D_1$ ) включает в себя следующие формации: терригенную молассовую (*казановская* свита); карбонатно-терригенную (*толтаковская* свита); трахит-трахибазальтовую (*тастрезенская* и *большесырская* свиты). В этот этап сформировались интрузивные породы карлыгановского комплекса.

Внутриплитный континентальный этап ( $D_2\text{-C}_{1-2}$ ) характеризуется присутствием только осадочных формаций: карбонатно-терригенной (илеморовская свита); рифогенно-карбонатной (*бейская* свита); континентальной терригенно-пирокластической (*быстрянская*, *алтайская*, *камыштинская*, *соломенская*, *ямкинская*, *байновская*, *подсиньская* свиты); континентальной угленосной (*соленоозёрская* и *сарская* свиты).

В мелу-раннем палеогене происходит процесс пенепленизации с образованием площадных и линейных кор выветривания.

Эпиplateформенный орогенез проявился в плиоцен-четвертичное время [5] и ознаменовался интенсивными разнонаправленными неотектоническими движениями, с которыми связано формирование современных форм рельефа, как положительных, так и отрицательных.

### 1.5. Полезные ископаемые

Территория исследования характеризуется значительным количеством и разнообразием рудопроявлений металлических и неметаллических полезных ископаемых. Основным полезным ископаемым района являлось и является россыпное золото. Известны месторождения и проявления угля, черных, цветных и редких металлов, нерудных полезных ископаемых и строительных материалов. Из металлических полезных ископаемых ведущими являются медь, молибден, золото. Месторождения строительных материалов: изверженных пород, мраморов, известняков, глин, песков и галечников, широко распространены, но для эксплуатации требуют дальнейшего изучения. В равнинном ландшафте широко развиты месторождения и проявления ископаемых солей, минерализованных подземных вод и лечебных грязей.

## 2. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

### 2.1. Методика составления геоморфологической схемы

Геоморфологическая схема отражает происхождение рельефа, его морфологию, возраст (длительность формирования), а также связь рельефа с геологическим строением и неотектоническими движениями земной коры. Составление схемы осуществляется по аналитическому принципу, при котором рельеф земной поверхности подразделяется на генетически однородные поверхности (границы рельефа), которые и являются объектами картографирования [14].

Основой для диагностики форм рельефа послужили полевые исследования, бумажные и электронные картографические материалы, аэро- и космические снимки (рис. 2), которые в последствии были интегрированы посредством ГИС. Для построения геоморфологической схемы, вспомогательных схем, а также элементов зарамочного оформления использовалось следующее программное обеспечение: ArcMap 10.1 (с рядом дополнительных модулей) а также CorelDRAW X5.

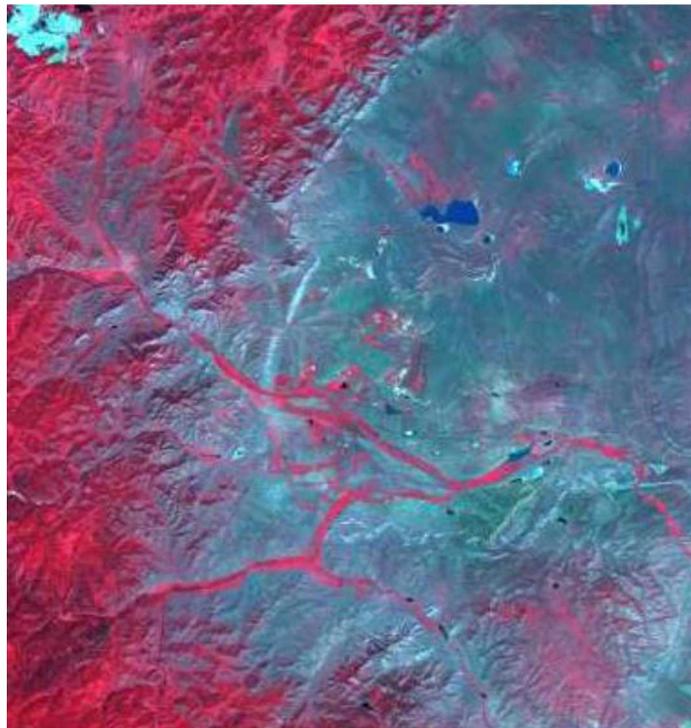


Рисунок 2 – Фрагмент космоснимка (снимок спутника Landsat )

Для составления полноценной геоморфологической схемы, учитывающей все особенности горных и равнинных областей, в подготовительный период необходимо

составлять дополнительные вспомогательные схемы, такие как: Схема вертикального расчленения рельефа, Схема пространственного распределения углов наклона (крутизны склонов), Карта распределения мощностей.

1. *Схема вертикального расчленения рельефа.* Базовой основой для построения данной схемы служат изогипсы (горизонтали) поверхностей. Из линейного класса пространственных объектов изогипсы переводятся, посредством инструмента Пространственные объекты в класс точечных пространственных объектов и далее с помощью инструмента Spatial Analys с использованием метода обратно взвешенных расстояний (ОВР) интерполируется поверхность раstra, с заданными градациями, отвечающими реальной глубине расчленения рельефа. Схема глубины расчленения рельефа позволяет проследить ярусность и описать степень расчленённости рельефа разных типов – высокогорного, среднегорного, низкогорного, холмогорья, субравнин и равнин; картировать или уточнять границы форм рельефа, ширину или площадь выделенных ранее типов. В качестве примера на рис. 3 приведен фрагмент схемы такого типа в зоне переходы Южно-Минусинской впадины в горные сооружения Кузнецкого Алатау.

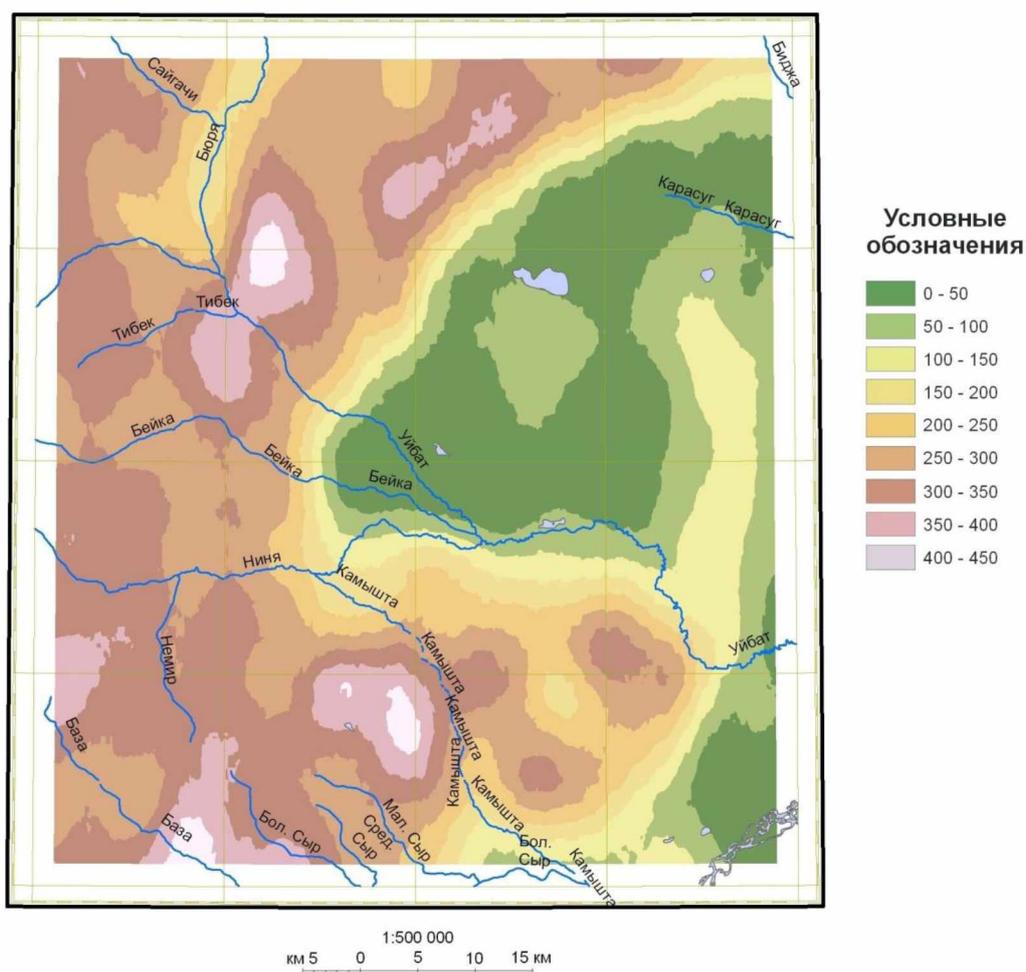


Рисунок 3 – Схема вертикального расчленения рельефа (построена автором)

## 2. Схема пространственного распределения углов наклона (крутизны склонов).

Базовой основой служит векторная модель рельефа. При помощи инструмента Spatial Analys «Торо to Raster» векторная цифровая модель переводится в цифровую модель рельефа (ЦМР). Далее помощью инструмента «Slope» ЦМР переводиться в карту углов наклона. Данная схема позволяет:

- делать оценку распределения пологих и крутых склонов на пологие (до 15°), склоны средней крутизны (15-25°), крутые (25-35°), очень крутые (более 35°) и обрывистые (свыше 55°);

- выделять ровные площадки в гористых районах – поверхности выравнивания.

Таким образом, автором был построен ряд схем крутизны склонов, касающихся среднегорных и высокогорных, низкогорных, холмогорных, а также субравнинных и равнинных участков. Фрагмент схемы пространственного распределения углов наклона современного рельефа для междуречья рр. Уйбат и Тибек представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема пространственного распределения углов наклона современного рельефа в междуречье Уйбат и Тибек (построена автором)



Анализ представленных схем показал, что схемы главным образом работают в горных районах, тогда как в равнинных и субравнинных участках они не информативны, так как углы наклонов не превышают  $5^\circ$ .

Поскольку, изученная территория Южно-Минусинской впадины представляет собой всхолмлённую денудационную равнину, «присыпанную» делювиальным чехлом мощностью до 10 м, не представляется возможным дальнейшее её расчленение на более дробные типы рельефа описанным выше методом.

Таким образом, для выделения последних типов нами были использованы данные бурения (гидрогеологического и поисково-разведочного), проведенного в разные годы (начиная с 1930 и по настоящее время) различными организациями, сохранившиеся в геологических фондах г. Абакана и пос. Селиваниха в виде буровых журналов, содержащих сведения о литологии и мощности рыхлых отложений для 270 скважин. Эти данные при помощи программного обеспечения ArcMap 10.1 перенесены по координатам на топографическую сетку. С помощью инструмента Spatial Analyst с использованием метода обратно взвешенных расстояний (ОВР) интерполирована поверхность раstra с градациями, отвечающими реальным мощностям рыхлого покрова, установленного при геологической съемке. По полученным поверхностям составлена Схематическая карта распределения равных мощностей (рис. 5).

Как видно из рис. 5, подавляющая часть исследуемой площади закрашена оттенками зеленого цвета, что отвечает низким значениям мощностей рыхлых кайнозойских отложений (0-14 м). Здесь развит эрозионно-денудационный тип рельефа, который включает не только рельеф всхолмленной денудационной равнины Южно-Минусинской впадины (абс. высота 420-560 м), но и склоны разной крутизны низкогорья (900-1200 м) и холмогорья (560-900 м) горных сооружений Кузнецкого Алатау и Батенёвского кряжа. В центральной части площади обособляется вытянутое в меридиональном направлении от г. Сорск до долины р. Абакан долинообразное углубление (70 x 5-10 км). Данная структура в определенной степени повторяет контуры Южно-Минусинской впадины и лишь на севере обрамляет и частично пересекает геологические структуры Батенёвского кряжа. Обращает на себя внимание приуроченность, к выявленной нами структуре, современных речных долин (р. Бюря, среднее течение р. Уйбат, р. Камышта). Кроме данной структуры отчётливо на севере и северо-востоке района обособляются изометричные поля с максимальной мощностью (до 40 м) рыхлого кайнозойского покрова.

В процессе полевой геологической съемки полученные материалы были проверены, уточнены и использованы при составлении ГДП-200. В результате оказалось,

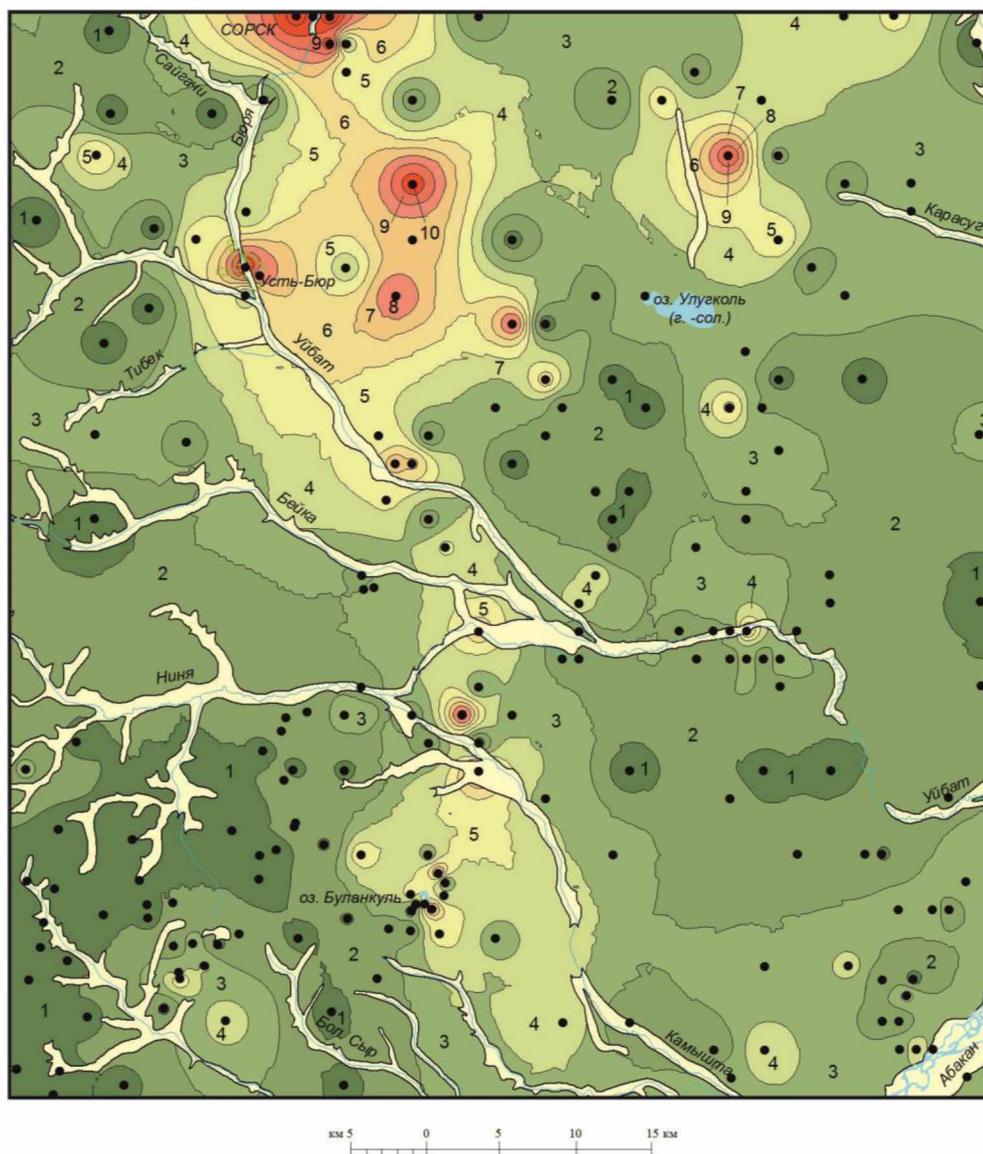
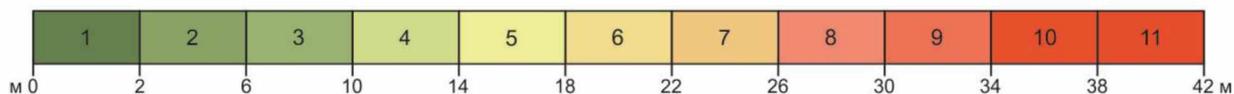


Рисунок 5 – Схематическая карта распределения равных мощностей кайнозойского рыхлого покрова в контурах исследуемой площади (построена автором)

#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Шкала мощностей (в метрах)



Прочие условные обозначения



1-4 – области активной эрозии и денудации, мощность рыхлого покрова от 0 до 14 м; 5-11 – области активной аккумуляции осадочного материала, мощность рыхлого покрова от 14 до 42 м; 5-7 – районы погребённых долин и ложбин стока, частично заполненные аллювиально-пролювиальными и делювиально-пролювиальными отложениями, мощность 14-26 м; 8-11 – районы максимальной аккумуляции в закарстованных суходолах и карстовых воронках, мощность 26-42 м; 12 – аллювиальные отложения современной речной сети; 13 – буровые скважины.

что данное долинообразное углубление является областью активной аккумуляции осадочного материала и представлено аллювиально-пролювиально-делювиальными шлейфами и погребённым аллювием повышенной мощности (от 14 до 26 м и от 26 до 42 м).

Что касается изометричных участков с максимальной мощностью кайнозойского покрова (красный цвет), то они связаны главным образом с закарстованными суходолами и карстовыми полостями (воронками), выработанными на севере площади в карбонатных отложениях венда и нижнего кембрия. Формирование зон активной аккумуляции по геологическим данным началось в позднем неогене и продолжается вплоть до позднего голоцена.

Выявление и картирование областей активной аккумуляции осадочных рыхлых отложений кайнозоя (с применением данных бурения), на наш взгляд, способствует улучшению общих перспектив оценки таких территорий на возможное присутствие погребённых месторождений и проявлений полезных ископаемых, в том числе россыпей благородных металлов [37].

В процессе анализа материалов бурения также выяснилось, что на обширной площади (344 км<sup>2</sup>) керн скважин состоял из однородной красноцветной глины (мощностью от 2 до 25 м) с обломками (кластолитами) полуокатанных пород и органических остатков палеозоя. Общее количество скважин дало возможность оконтурить крупное палеозеро, в глинистых отложениях которого содержатся органические остатки раннего неогена [49].

Обратимся к анализу геоморфологической схемы, составленной по материалам ГДП-200.

## 2.2. Пространственное распределение типов рельефа

Территория изученного района расположена в пределах Кузнецко-Алатауского сводового поднятия в зоне сочленения восточного склона Кузнецкого Алатау с юго-западными отрогами Батеневского поднятия и северо-западной части Южно-Минусинской котловины [22, 43]. Структуры горных областей представляют собой возрожденные горы, слагающие системы разноориентированных хребтов. Главная осевая линия Кузнецкого Алатау имеет субширотное и северо-западное простирание, пересекая территорию листа от крайнего северо-западного угла до центральной части. Хребет является водораздельным между бассейнами рек систем Томи и Чулыма. С севера и юга к главному хребту примыкают короткие (от 14 до 40 км) отроги второго порядка (Харатасский, Туралыгский, Тигертышский, Междуказырский, Терень-Казырский). На крайнем северо-востоке фиксируется короткое южное окончание Батеневского кряжа, на юго-востоке – фрагмент Абаканского хребта, разделяющего бассейны р.р. Обь и Енисей. Средняя высота главного хребта 1700-1800 м, максимальная отметка 2178 м (г. Верхний Зуб). Хребты второго порядка расположены гипсометрически ниже, за исключением Харатасского, в контурах которого зафиксирована максимальная (для горной системы Кузнецкого Алатау отметка – 2211 м). Туралыгский хребет имеет максимальную отметку в 1649 м, Тигертышский – 2046 м (г. Большой Зуб); Междуказырский – 1836 м; Терень-Казырский – 1933 м. Максимальная отметка Батеневского кряжа, в пределах листа не превышает 1229 м, Абаканского – 1747 м (г. Карлыган).

При картографировании исследуемого участка было выделено три основные группы генетически однородных поверхностей рельефа: эрозионно-денудационный, аккумулятивный и техногенный. Внутри групп были выделены более дробные генетические типы.

### 2.2.1. Эрозионно-денудационный и структурно-денудационный рельеф

Эрозионно-денудационный рельеф на исследуемой территории является доминирующим. Он разделен нами на пять типов: высокогорный, среднегорный, холмогорный и равнинный. В каждом типе на основании расчленённости рельефа, крутизны склонов и элементов рельефа были выделены соответствующие подтипы рельефа (Приложение 3).

## Высокогорный рельеф

**Высокогорный рельеф** развит на незначительной площади и расположен в зоне пересечения трёх хребтов: Кузнецко-Алатауского, Тигертышского, Харатагского в междуречье рр. Бельсу, Туралыг и М. Казыр, Харатас. Высокогорный рельеф характеризуется склонами средней (15-35°) и большой (>35°) крутизны с элементами альпинотипного рельефа, с участками выположенных водоразделов, с карами, скалистыми обрывами, полями курумников, нагорными террасами и другими проявлениями гляциально-экзарационных процессов. Абсолютные отметки 1600-2220 м. Глубина расчленения до 1200 м.

## Среднегорный рельеф

Среднегорный рельеф представлен четырьмя подтипами:

- рельеф сформированный при участии гляциально-экзарационных и ледниковых процессов со склонами средней (15-40°) крутизны;
- сильно расчленённый рельеф за пределами границы оледенения со склонами средней (15-40°) крутизны;
- пологосклонный (5-20°) расчлененный рельеф;
- монадноки.

*Среднегорный рельеф, сформированный при участии гляциально-экзарационных и ледниковых процессов со склонами средней (15-40°) крутизны* картируется вдоль западной рамки планшета от правобережья р. Сургас на юге до р. Пихтерек на севере. С юга и северо-востока данный рельеф окаймляется среднегорным сильно расчленённым рельефом (Приложение 3); с востока и частично с северо-запада – среднегорным пологосклонным расчлененным рельефом; самая северная часть картируемого рельефа лежит на пологих склонах расчлененного низкогорья. Следы ледниковой деятельности прослеживаются по наличию на данной территории каров, цирков, бараньих лбов и троговых долин. Внешние границы выделенного рельефа практически повторяют выделенную на данной территории границу оледенения. Абсолютные отметки 1200-1600 м. Глубина расчленения до 800 м. В пределах данного рельефа выделяются выровненные участки, сложенные моренно-грядово-холмистым рельефом, развитым на ледниковых отложениях верхнего неоплейстоцена и голоцена (морены, кары, цирки).

*Среднегорный сильно расчленённый рельеф за пределами границы оледенения со склонами средней (15-40°) крутизны.* Данный рельеф картируется прерывисто на территории всех основных горных сооружений. На юге данный рельеф занимает значительную часть Терень-Казырского хребта – в междуречье рр. Томь и Теренсуг, здесь

широко развиты каменные моря, реки, курумы. С севера выделенный тип рельефа картируется по хребту Кузнецкий Алатау на правом берегу р. Пихтерек, в междуречьях рр. Туралыг, Харатас, Ассуг. Отдельным фрагментом среднегорный сильно расчленённый рельеф со склонами средней (15-40°) крутизны выделен на оконечности хребта Кузнецкий Алатау. Абсолютные отметки 1200-1700 м. Глубина расчленения до 800 м.

*Среднегорный пологосклонный (5-20°) расчлененный рельеф* имеет сложное мозаичное распространение и в основном приурочен к междуречью рр. Харатас и Иней. Пятнистый характер геоморфологического рисунка наглядно проявлен чередованием относительно небольших участков с низкогорным, среднегорным и высокогорным рельефом с различной крутизной склонов, с присутствием выровненных поверхностей солифлюкционного характера. Абсолютные отметки 1200-1600 м. Глубина расчленения до 600 м.

*Монадники* до 1750 м высоты (г. Карлыган и др.) сформированы в контурах среднегорного и низкогорного рельефов, за счет препарировки магматических пород различных интрузивных комплексов, существенно преобразованные в квартале экзарационно-нивальными процессами.

*Субгоризонтальные полого-волнистые поверхности выравнивания.* На отдельных плоских водоразделах на различных гипсометрических уровнях (600, 900 и 1000 м) сохранились субгоризонтальные площадки. Возраст поверхностей выравнивания принят как мел-палеогеновый, а разница в гипсометрических уровнях связана с различными амплитудами неотектонических движений [8].

### **Низкогорный рельеф**

Низкогорный рельеф представлен четырьмя подтипами со склонами различной крутизны:

- склоны средней крутизны расчленённого низкогорья;
- пологие склоны расчлененного низкогорья;
- крутые эрозионные склоны среднегорья и низкогорья;
- субгоризонтальные плоские водоразделы с погребённой корой выветривания.

*Склоны средней крутизны расчленённого низкогорья* имеют широкое распространение и картируются преимущественно на юге по обеим сторонам водораздельной линии Абаканского хребта, а также вдоль бортов рр. Теренсуг, Томь, Иней, Харатас, Пихтерек. С данным типом рельефом связано развитие карстовых полей и воронок. Абсолютные отметки 800-1200 м, глубина расчленения достигает 400 м.

*Пологие склоны расчлененного низкогорья.* Более спокойная обстановка характерна для территорий, расположенных восточнее условной линии вдоль рек Теренсуг – Ассуг – Иней. На исследуемой площади данный подтип рельефа полукольцом охватывает морфоструктуры холмогорья, которые в свою очередь оконтуривают внешнюю западную периферию Южно-Минусинской впадины. На юге данный подтип распространён вдоль субширотного расположенного Саксырского хребта. Абсолютные отметки 800-1200 м. Глубина расчленения до 300-350 м. В контурах данного рельефа также выделяются фрагменты мел-палеогенового пенемена (Приложение 3).

*Крутые эрозионные склоны среднегорья и низкогорья* на территории развиты ограничено вдоль обрывистых скальных бортов русел горных рек. С ними связано широкое распространение обвально-осыпных процессов. Абсолютные отметки имеют разный гипсометрический уровень ( $N_2^3$ - $Q_H$ ).

### **Холмогорье**

Холмогорный рельеф включает три подтипа:

- высокое холмогорье со склонами средней крутизны интенсивно расчленённое;
- высокое холмогорье с пологими склонами;
- среднее холмогорье с пологими склонами.

*Высокое холмогорье со склонами средней крутизны интенсивно расчленённое.* Абсолютные высоты 720-900 м, глубина расчленения до 400 м. Отмечены в двух местах – на крайнем северо-востоке и на юге в сходной структурной обстановке. Этот тип рельефа окаймляет неотектонические швы на месте активизированных в кайнозой крупных тектонических разломов (надвига Чуракова на севере и Ужунжильского сбросо-сдвига на юге), формируя вдоль швов широкие (до 5 км) и протяженные (до 25-30 км) полосы.

*Высокое холмогорье с пологими склонами* на западной рамке листа имеет ограниченное распространение и картируется на водоразделе рр. Балыксу–Томь, а также вдоль правого борта р. Томь и представляет собой пологосклонный вариант низкогорного рельефа. Широкое распространение данный рельеф имеет в междуречье рек Ниня, Бейка, Уйбат. Здесь нет отчетливо выраженного «дробления» рельефа мелкими логами, контуры возвышенностей вполне определены, вершины хорошо очерчены и ясно выражены. Здесь он формирует зону постепенного перехода горных ландшафтов в равнинные. Абсолютные высоты 720-900 м, глубина расчленения до 300 м.

*Пологие склоны среднего холмогорья.* Абсолютные высоты 560-720 м, глубина расчленения до 250 м. Развиты на юге района вдоль правых бортов рек Ниня и Камышта.

Для данного рельефа характерны мягкие формы с куполовидными вершинами, выпуклыми склонами, с дробным расчленением сетью ручьев и суходолов.

### **Равнинный рельеф**

Равнинный рельеф включает три подтипа:

- всхломлённая денудационная равнина;
- грядово-куэстовый и холмисто-увалистый мелкосопочник с пологими склонами;
- полого-волнистая поверхность выравнивания средне-высокогорной зоны.

*Всхломлённая денудационная равнина* представлена реликтами пенепленизированной поверхности выравнивания (цокольный пенеплен) мел-палеогенового возраста. На изученной территории заполняет «свободное» пространство между грядами, холмами и увалами, формируя долинообразные понижения с редкими изолированными холмами, с небольшими относительными превышениями (первые десятки метров). В морфологическом плане равнина слабо наклонена в сторону долины р. Абакан, так что на севере поверхность равнины довольно высоко поднята (500-560 м), на юге фиксируются низкие абсолютные отметки (340-540 м). Внутри денудационной равнины включены склоны грядово-куэстового и холмисто-увалистого мелкосопочника, предопределённые денудационной препарировкой элементов моноклинальных и складчатых структур, абсолютные отметки которых достигают 440-560 м, глубина расчленения 80-160 м.

### **2.2.2. Аккумулятивный рельеф**

Аккумулятивный рельеф представлен тремя типами рельефа: долинным, ледниковым, субравнинным и равнинным. В каждом типе выделяется несколько подтипов.

#### **Долинный рельеф**

Долинный рельеф включает два подтипа, которые ориентируются вдоль главных геологических структур и тектонических нарушений:

- современные речные долины;
- надпойменные речные террасы.

*Современные речные долины* имеют существенные различия в горных и равнинных областях, а именно: в первом случае долины имеют V-ый, часто каньёнообразный профиль, врезанным в коренные интрузивные породы. Долины имеют прямолинейный

характер, течение рек быстрое, с многочисленными притоками, порогами и перекатами. В равнинной части долины широкие, извилистые, ящикообразные с медленным течением.

*Надпойменные речные террасы.* В горных областях надпойменные речные террасы развиты незначительно (на рр. Томь, Теренсуг, Балыксу), они имеют узкий, лентообразный вид. Здесь развиты первая и вторая надпойменные террасы. В равнинных областях террасовый комплекс приурочен к долине р. Абакан (самый крайний юго-восточный угол схемы). В процессе геологической съемки выделено четыре террасы, расположенные по обе стороны р. Абакан, общей протяженностью 15 км при ширине до 5 км. Максимальный врез достигает 40-50 м относительно уровня р. Абакан.

### **Субравнинный и равнинный рельеф**

Данный тип развит как в горных районах Кузнецкого Алатау, так и в равнинных районах Южно-Минусинской впадины.

#### *Горные районы Кузнецкого Алатау*

Данный тип рельефа подразделяется на пять подтипов.

*Гляциофлювиальные пологонаклонные субравнины* приурочены к низкогорному и среднегорному пологосклонному рельефу в широких боковых притоках р.р. Бельсу, Туралыг, Харатас. Они преобразуют реликтовые троговые долины, в верховьях которых находятся моренные отложения древних и современных ледников и возникли за счет активного стока ледниковых вод.

*Солифлюкционные субравнины* отмечены на очень пологих склонах (до 5°), примыкающих к широким долинам рр. Иней, Ассуг, Б. Каинзас и др. Реже встречаются на плоских водоразделах Батеневского кряжа и Абаканского хребта. Интенсивно заболочены, приурочены к зоне перехода от областей интенсивных неотектонических поднятий к областям чередования поднятий и опусканий.

*Аллювиально-пролювиальные шлейфы* приурочены к крупным рекам (Уйбат, Камышта, Бюря) в участках, где они протекают в условиях низкогорья и холмогорья, иногда достигая внушительных размеров – до 6 км по удлинению при ширине до 1 км. Они созданы совместной деятельностью рек, ручьев и временных потоков. Тесно ассоциируют с делювиально-пролювиальными шлейфами, образуя с ними фациальные взаимопереходы.

*Внутригорные делювиально-пролювиальные шлейфы.* Широко развиты в двух разных геоморфологических обстановках – в тесном парагенезисе с предгорными субравнинами и в бортах долин крупных рек (Ниня, Камышта, Бюря). Морфологически

эти участки воспринимаются как поверхности выравнивания, визуально часто искусственно расширяя ширину долин, что требует корректировки. Конусы выноса сосредоточены в устьях логов, имеют различные размеры – от первых десятков до первых сотен метров в поперечнике.

*Предгорные пологонаклонные делювиально-пролювиальные шлейфы* картируются в двух меридионально противоположных направлениях. На севере района - в зоне сочленения горных сооружений Кузнецкого Алатау и Батенёвского поднятия с Южно-Минусинской впадиной на абсолютных отметках 560-640 м при глубине расчленения до 80 м. Протяженность шлейфов значительная – до 40 км, при ширине – до 5 км. На юге пролювиальные шлейфы полукольцом охватывают восточную часть Сахарской морфоструктуры в интервале от пос. Пуланколь до пос. им. Ильича при протяженности до 25 км, с максимальной шириной в 4 км (абсолютные отметки субравнины 400-520 м, максимальная глубина расчленения 120 м).

#### *Южно-Минусинская впадина*

Данный тип рельефа подразделяется на четыре подтипа.

*Озерные и болотные субравнины* выполняют небольшие (до 15 км<sup>2</sup>) понижения в заболоченных приозерных участках (оз. Улугколь), в поймах рек и ручьев (р. Камышта, руч. Солёный).

*Озерно-аллювиальные и озерно-хемогенные пологонаклонные субравнины* занимают небольшие понижения внутри денудационной равнины, нередко располагаясь между соседними останцами куэстового мелкосопочника. Ориентировка субравнин часто подчинена общему простиранию куэстовых гряд. Кроме того, многие из них тесно связаны с минерализованными озерами (Улугколь, Халгысколь, Усколь, Камышовое и др.), где они закартированы по их периферии.

*Озерные субравнины миоцена* представлены крупной озерной котловиной широтного простирания, расположенной к северу от Капчалинского водохранилища (длина более 30 км, ширина до 15 км) и занимающей низкие гипсометрические уровни (400-500 м). Это типичная предгорная котловина, заполненная продуктами перемыва мел-палеогеновых площадных кор выветривания, которые переносились с гор и аккумуляровались в широких долинообразных понижениях.

Кроме вышеописанных крупных типов рельефа, имеются и более мелкие (часто немасштабные) формы (Приложение 3): кары, цирки, бараньи лбы, сквозные долины, конусы выноса, солончаки, бессточные котловины дефляционные, карстовые поля и воронки, уступы нагорных террас, каменные моря, реки, курумы, останцы морозного

выветривания – кигиляхи, останцы структурно-денудационные, троговые долины, погребенные речные долины, овраги, абразионные уступы, участки интенсивной боковой и русловой эрозии, эрозионные уступы, денудационные отпрепарированные гребни осадочных куэст и интрузивных даек, структурно-денудационные уступы, тектонические уступы, а также современные малые формы рельефа – терриконы, отвалы, свалки, карьеры, валы, искусственные насыпи и дамбы.

### 3. ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

#### 3.1. Методика составления ландшафтной схемы

Ландшафт – это конкретная территория, однородная по своему происхождению и истории развития, неделимая по зональным и азональным признакам, обладающая единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидротермических условий, почв, биоценозов и, следовательно, характерным набором простых геокомплексов (фаций, урочищ).

В понятие **Ландшафт** входят: виды, классы и типы ландшафтов. Более локальными подразделением является **местность, урочище и фации**, которые рассматриваются при крупно- и среднемасштабном картографировании. В нашем случае классификация ландшафтов рассматривается в применении к мелкомасштабным картам (1:500 000 масштаба). Составление подобных карт регламентируется Инструктивными требованиями ВСЕГЕИ [14, 21]. Согласно требованиям при построении данной карты выделяются природные и техногенные ландшафты. Наиболее крупным подразделением являются ландшафтные зоны. В нашем, конкретном случае это: горные, равнинные, субравнинные и речные зоны. В качестве ландшафтных и геоморфологических областей выделены горно-лесные, степные и лесостепные, озёрные и долинные. Наиболее мелким ландшафтным подразделением является морфогенетический тип ландшафта, который в свою очередь базируется на геоморфологических особенностях рельефа. Всего на изученной территории выделено четырнадцать природных и один техногенный тип ландшафта.

При характеристике морфогенетических типов кроме макрорельефа должны быть учтены литологические особенности коренных пород и четвертичных отложений [42], а также особенности почвенного и растительного покрова. Эти сведения были оформлены сотрудниками НИЛ геокарт ГГФ НИ ТГУ при выполнении ГДП-200 в виде ландшафтной схемы, сопровождаемой табличными данными, несколько упрощённый вариант которой представлен в Приложение 4. Для составления этой ландшафтной схемы была использована вся база данных, накопленная и реализованная на геоморфологической, геологической и четвертичной картосхемах.

Имеющиеся в нашем распоряжении материалы дали возможность конкретизировать и «привязать» к местности все морфогенетические типы ландшафтов, краткая характеристика которых содержится в зарамочном оформлении схемы ландшафтов (приведенном в виде таблицы). Характерные черты выделенных типов

ландшафтов лучше всего выражены в центре ареалов, на периферии появляются признаки перехода к соседним типам (Приложение 4).

### 3.2. Природные ландшафты

*Ландшафт 1* расположен в пределах высокогорного рельефа (горная тундра), с абсолютными отметками более 1600 м, глубиной расчленения до 1200 м и склонами средней (15-35°) и большой (>35°). Ландшафт занимает небольшие площади (45 км<sup>2</sup>), расположен в междуречье рр. Бельсу, Туралыг и М.Казыр, Харатас и зоне пересечения трёх хребтов: Кузнецк-Алатауского, Тигертышского, Харатагского. Ландшафт выработан на интрузивном геологическом субстрате тигертышского гранитоидного комплекса представленного гранитами и лейкогранитами. В геоморфологическом плане это глубокорасчлененное с узкими гребневидными, реже выположенными водоразделами эрозионно-денудационное скалисто-осыпное закурумленное высокогорье с элементами альпинотипного и гольцового рельефа, для которого характерен суровый климат, широкое распространение мерзлоты, интенсивное морозное выветривания, активные морозно-солифлюкционные и десерпционные процессы, с присутствием крутосклонных ледниковых каров, цирков и развитием троговых долин. Четвертичные отложения представлены многочленным парагенезисом коллювиальных, десерпционных и солифлюкционных отложений общей мощностью не более 15 м, сложенными глыбами, суглинком, щебнем, дресвой с преобладанием грубообломочного материала (Приложение 2). На горно-тундровых слабо развитых мерзлотных почвах мохово-лишайниковая и кустарниковая растительность [3].

*Ландшафт 2* расположен в пределах среднегорного рельефа, сформированного при участии гляциально-экзарационных и ледниковых процессов, на абсолютных отметках от 1200 до 1600 м, с глубиной расчленения до 800 м. Площадь распространения ландшафта на исследуемой территории незначительная (452 км<sup>2</sup>). Внешние границы ландшафта лежат в пределах предполагаемой границы оледенения, закартированной при геологической съемке ГДП-200 коллективом НИЛ геокарт ГГФ НИ ТГУ, вдоль западной рамки планшета от правобережья р. Сургас на юге до р. Пихтерек на севере (Приложение 4). На территории выделенного ландшафта, по наличию каров, цирков, бараньих лбов, кигилях и троговых долин, сохранившихся в приводораздельных частях горных поднятий, достоверно прослеживаются следы ледниковой деятельности. Ландшафт развит на интрузивном геологическом субстрате тигертышского гранитоидного комплекса

(граниты, лейкограниты). Относительно геоморфологической зональности – это крутосклонное среднегорье (15-40°), в пределах которого наблюдаются выравненные участки моренно-грядово-холмистого рельефа. Четвертичные отложения представлены маломощным чехлом коллювиальных, десерпционных и солифлюкционных отложений (до 15 м) глыбово-суглинисто-щебнистого покрова, с фрагментами валунно-суглинистых моренных отложений. На неполноразвитых горно-луговых почвах встречаются кустарники, мелколиственное криволесье.

*Ландшафт 3* картируется в пределах расчлененного (до 800 м) среднегорного рельефа, на склонах средней и пологой крутизны (15-40°), с абсолютными отметками от 1200 до 1500 м. Выделенный ландшафт картируется фрагментарно и приурочен к основным горным сооружениям – хребтам Кузнецкий Алатау, Абаканский, Терень-Казырский. Общая площадь выделенного ландшафта составляет 405 км<sup>2</sup>. Основные площади закартированы в междуречье рр. Томь, Сургас, Теренсуг (105 км<sup>2</sup>), рр. Харатас и Асуг (114 км<sup>2</sup>) и рр. Лев. Томь, Прав. Томь, Ниня (101 км<sup>2</sup>). Ландшафт по характеристикам схож с Ландшафтом 2, но расположен «ниже» границы предполагаемого оледенения, склоны покрыты десерпционными, коллювиальными и солифлюкционными отложениями (глыбы, суглинок, щебень, дресва с преобладанием грубообломочного материала, мощностью до 15 м), на территории широко развиты каменные моря, реки, курумы. Развитию благоприятствует десерпции наличие скальных и полускальных интрузивных пород карлыгановского, когтахского и преимущественно тигертышского комплексов. На горных перегнойно-торфяных длительно сезонно-мерзлотных почвах развиты кедрово-пихтово-еловые, лиственнично-кедрово-пихтовые темнохвойные леса.

*Ландшафт 4* выделен в пределах приподнятых горных массивах на абсолютных отметках от 1200 до 1600 м. Ледниковый грядово-моренный ландшафт, распространен в трех различных генезисах рельефа ландшафта - речных долинах фазы транзитной транспортировки обломочного материала, высокогорном и горно-таежном поясах на породах интрузивного состава тигертышского комплекса (в гольцах) и в совместном парагенезисе с аллювиально-пролювиальными отложениями (в долинах). В последнем случае транспорт ледниковых образований осуществлялся по троговым долинам, связывающим высокогорные области с низко- и среднегорными. Площадь выделенного ландшафта на исследуемой территории составляет 110 км<sup>2</sup>. В контурах ландшафта повсеместно развиты зоны интенсивной ледниковой экзарации. Состав пород ландшафта разнообразен: на скальных грунтах горных хребтов он преимущественно грубообломочный, во внутригорных впадинах, долинах – от мелковалунно-галечникового, до глинистого, мощностью отложений до 30 м.

*Ландшафт 5* распространен на приподнятом горно-холмистом рельефе низкогорья со склонами пологой и средней крутизны, с абсолютными отметками от 800 до 1200 м, глубина расчленения достигает 400 м. По соотношению занимаемых площадей на ландшафт является доминантным, площадь ландшафта занимает 4 362 км<sup>2</sup> что составляет более 75% исследуемой территории. Ландшафт развитый, главным образом, на магматических, метаморфических и осадочно-вулканогенных породах додевонского фундамента. На выделенном ландшафте наблюдается постепенный переход подстилающего чехла четвертичных отложений от десерпционных и солифлюкционных, преобладающих (от западной рамки, включая всю центральную часть) до десерпционных отложений (к восточной рамке), что объясняется уменьшением среднего годового количества осадков от горной (500-700 мм/год) к степной части (250-300 мм/год) [3]. В зоне перехода горных ландшафтов в равнинные отложения представлены аллювиально-пролювиальными и пролювиально-делювиальными образованиями. Общая мощность четвертичных отложений не превышает 10 м, а в контурах пролювиальных шлейфов на севере района достигает 40 м. Растительность – осиново-пихтовая, пихтово-березово-осиновая, березово-лиственничная, кустарниково-высокотравная на горных неполноразвитых лесных черноземовидных и горных дерново-подзолистых почвах.

*Ландшафт 6* распространен на остаточных горных массивах плоскогорного рельефа, с абсолютные отметки от 500 до 900 м. Ландшафт картируется в виде двух разнесённых областей: в южной части западной рамки - вдоль правого борта р. Томь и междуречье рр. Балыксу-Томь, площадью 137 км<sup>2</sup>; восточной части - в виде не большой полосы с протяженностью 98 км при ширине от 2 до 30 км (площадью в 1340 км<sup>2</sup>). Последняя, с внешней стороны граничит с горной областью и полукольцом оконтуривает внешнюю западную периферию Южно-Минусинской впадины, представляя тем самым зону постепенного перехода горных сооружений Кузнецкого Алатау в равнинные ландшафты Южно-Минусинской котловины. В геоморфологическом плане это грядово-плосковершинное, расчленённое высокое и среднее холмогорье, со склонами пологой и средней крутизны с широкими мягкоконтурными междуречьями, изрезанными многочисленными сухими ложками на гетерогенном интрузивном, эффузивном и терригенном субстрате. Склоны покрыты, главным образом, делювиальными, колювиально-делювиальными, а так же пролювиально-аллювиально-делювиальными отложениями. Мощность четвертичных образований редко превышает 7 м за исключением пролювиальных накоплений в сухих долинах (до 30 м). Растительность высокого холмогорья - редколесная березово-лиственничная, кустарниково-высокотравная; среднего холмогорья - безлесная, с преобладанием луговой, кустарниковой, разнотравно-

злаковой, участками ковыльно-злаковой. Почвы - лесные черноземные, горные дерново-подзолистые, редко черноземные.

*Ландшафт 7* распространен на денудационной всхолмлённой равнине (каменистая степь) с останцами грядово-куэстового и холмисто-увалистого мелкосопочника и занимает центральную и западную часть Южно-Минусинской впадины. Общая площадь выделенного ландшафта составляет 1030 км<sup>2</sup>. Абсолютные отметки в разных частях равнины составляют: в центральной – 420-480 м, северной – 500-560, южной – 340-540 м, максимальные глубины расчленения колеблются от 60 до 150 м. Поверхностные отложения, залегающие на эффузивном и терригенно-карбонатном субстрате, представлены маломощным чехлом (до 10 м) делювиальных и элювиально-делювиальными образований сложенных глыбами, щебнем, суглинками со щебнем и дресвой. Почвы - черноземы обыкновенные, черноземы выщелоченные и оподзоленные, а так же каштановые супесчаные, песчаные и солонцеватые [3]. Растительность - разнотравно-злаковая, крупно полынно-ковыльная, кустарниковая, местами с караганой.

*Ландшафт 8* распространен на площади незначительно (62 км<sup>2</sup>) в широких боковых притоках р.р. Бельсу, Туралыг, Харатас. В геоморфологическом плане ландшафт приурочен к гляциофлювиальным пологонаклонным субравнинам внутри реликтовых троговых долин, существенно трансформированных склоновыми и ледниковыми процессами на отложениях переработанных ледниковых морен, интенсивно заболоченных. Литология поверхностных гляциофлювиальных отложений представлена суглинками с валунами и галькой мощностью до 15 м. На перегнойно-глеевых почвах мелколиственно-хвойные леса с зарослями кустарников.

*Ландшафт 9* отмечен на очень пологих склонах (до 5°) солифлюкционных субравнин, примыкающим к широким долинам рр. Иней, Ассуг, Б. Каинзас и др., а также на плоских водоразделах в низкогорной лесной зоне на десерпционно-делювиальном субстрате щебнисто-суглинистого состава с травяными и моховыми болотами, с кустарниковыми зарослями на перегнойно-торфяных, дерново-луговых почвах. Общая площадь выделенного ландшафта составляет 160 км<sup>2</sup>. В геологическом плане фрагменты ландшафтов приурочены к зоне перехода от областей интенсивных неотектонических поднятий к областям чередования поднятий и опусканий.

*Ландшафт 10* распространен на аккумулятивных субравнинах предгорных пролювиально-делювиальных шлейфах пологонаклонных слаборасчлененных в зонах сочленения Кузнецкого Алатау и Батенёвского кряжа с Южно-Минусинской котловиной площадью 202 км<sup>2</sup> и предгорной области хребта Сахсар, площадью 80 км<sup>2</sup>. Абсолютные отметки высот изменяются от 400 до 640 м. Ландшафт выработан на эффузивных и

терригенно-карбонатных породах. Мощностью чехла четвертичных отложений представленных суглинками, щебнем, валунами, гравием и дресвой достигает на севере листа 33 м, на юге - 12 м. Почвы - черноземы обыкновенные, выщелоченные, а также каштановые, участками солонцеватые. Мелкодерновинно-разнотравно-злаковые степи местами с караганой.

*Ландшафт 11* распространён на пологонаклонном рельефе субравнин Южно-Миусинской котловины (на абсолютных отметках от 320 м до 480 м). Ландшафт занимает небольшие понижения внутри денудационной равнины, нередко располагаясь между соседними останцами куэстового мелкосопочника на месте минерализованных озёр (Улугколь, Халгысколь, Усколь, Камышовое и др.), где он и закартирован по их периферии. Площадь выделенного ландшафта небольшая и составляет 67 км<sup>2</sup>. Ландшафт представляет собой дефляционные котловины современных озёр, выполненных озёрными, озёрно-болотными (пески, суглинки, илистые глины, торф) и озёрно-хемогенными (илы, грязи, соли) отложениями (до 10 м) на терригенных породах. Днища котловин выполнены травяно-осоково-камышовой растительностью на лугово-болотно-торфяных почвах и луговых солончаках. В бортах котловин распространены разнотравно-злаково-полынные растительные ассоциации на каштановых и луговых почвах.

*Ландшафт 12* распространён на территории Южно-Миусинской впадины на низких гипсометрических уровнях (400-500 м), а также картируется в низкогорной области Кузнецкого Алатау в районе оз. Буланкуль на высоте 840 м. Основная площадь ландшафта представлена крупной озерной котловиной (332 км<sup>2</sup>) широтного простираения, расположенной к северу от Капчалинского водохранилища (длина более 30 км, ширина до 15 км). В геоморфологическом плане ландшафт представляет пологонаклонные предгорные котловины палеоозёр и выполнен на терригенных, редко карбонатных (оз. Буланкуль), породах, сложенных озёрными и озёрно-аллювиальными красноцветными и тёмно-коричневыми глинами, плотными суглинками с примесью гальки, щебня и песка. Мощность рыхлых отложений от 2 до 22 м. Почвы - черноземы обыкновенные, черноземы выщелоченные, а также каштановые супесчаные, песчаные и солонцеватые. Растительность - разнотравно-злаковая, крупно-полынно-ковыльная, кустарниковая.

*Ландшафт 13* распространён по долинам крупных, средних и мелких рек Южно-Миусинской котловины, Кузнецкого Алатау и Батенёвского кряжа, которые в свою очередь ориентируются вдоль главных геологических структур и тектонических нарушений. В геоморфологическом плане долинный ландшафт рек в горных и равнинных областях имеет существенные различия, а именно: в первом случае долины V-ые, часто каньёнообразные, врезаются в коренные интрузивные породы, носят прямолинейный

характер; в равнинной части – долины широкие, извилистые. Русла и поймы рек сложены аллювиальными отложениями: валуны, галька, гравий, песок, суглинки на гетерогенном субстрате. Мощность четвертичных отложений редко превышает 20 м. Почвы - аллювиальные дерново-луговые, торфяно-перегнойно-глеевые, лугово-болотные солончачоватые. Растительность разнотравно-злаково-осоковые и тростниково-осоковые закустаренные луга с черёмухово-калиново-ивовыми зарослями с тополёвником или мелколиственными лесами на возвышенных участках [3].

*Ландшафт 14* представлен террасовым комплексом р. Абакан (67 км<sup>2</sup>), сложенным гравийно-галечными отложениями, песками, суглинками, глинами на терригенном субстрате. Мощность четвертичных отложений в контурах каждой террасы не превышает 20 м. Растительность низких террас представлена тростниково-осоковыми закустаренными лугами на лугово-болотных и аллювиально-дерново-луговых почвах, на высоких террасах преобладают разнотравно-злаково-ковыльные ассоциации и искусственные лесопосадки на каштановых и чернозёмных почвах. В горных областях на рр. Томь, Теренсуг, Балыксу наблюдаются террасы двух уровней, растительность и почвы которых заметно отличаются от вышеописанных. Так, здесь развиты пихтово-березово-осиновые и кустарниково-высокогорные леса на горных дерново-подзолистых почвах.

### 3.3. Техногенные ландшафты

*Ландшафт 15* на исследуемой территории закартирован на пяти территориально разрозненных участках, приуроченных главным образом к разработкам на россыпное золото. Данный ландшафт включает в себя комплекс техногенных нарушений геологической среды, приуроченный к дорожным, промышленным, селитебным зонам, а также к районам золотодобычи. Наиболее ярко техногенный ландшафт выражен в районах добычи полезных ископаемых и представлен отвалами, отстойниками, выемками и карьерами. Так, например в долине р. Балыксу (и ее притоков Камзас и Магызы) – 21 км<sup>2</sup>, на всем протяжении от устья р. Балыксу и до южной рамки листа фиксируются значительные техногенные изменения, рр. Чазыхол (3 км<sup>2</sup>), Узунчул (7 км<sup>2</sup>), Немир (3 км<sup>2</sup>), Бейка (2 км<sup>2</sup>), Тербижек (1 км<sup>2</sup>). Состав отложений сложен пестрым галечником, глиной, щебнем, песком, суглинком, строительным мусором. Мощность отложений до 10 м.

## 4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

**Геологическая среда** – верхняя часть литосферы и подземной гидросферы, активно взаимодействующая с компонентами ландшафта и находящаяся под влиянием техногенной деятельности [36]. Геологическая среда включает горные породы, рыхлые отложения, почвы, донные отложения и природные воды.

### 4.1. Методика составления эколого-геологических картосхем

Геолого-экологические (эколого-геологические) исследования и картографирование выполняются относительно недавно – с начала 90-х годов 20-го столетия. Геолого-экологические карты входят в систему геологических и экологических карт и являются принципиально новым видом информации. За этот период предложены различные варианты анализа и картографирования эколого-геологических данных. Как на уровне составления базовых, так и вспомогательных карт и картосхем. Судя по литературным данным [44, 45] число картографических вариантов достигает несколько десятков и все они по существу отражают лишь субъективные представления различных исследователей и поэтому не могут быть приняты за объективную основу при проведении работ по составлению Государственных геологических карт.

В настоящее время параллельно сосуществуют два методических подхода к геолого-экологическим исследованиям и картографированию, утвержденных Министерством геологии СССР (ВСЕГИНГЕО) [34] и Комитетом РФ по геологии и использованию недр (РОСКОМНЕДРА) [14]. *Первый подход* применяется при производстве специализированных среднemasштабных (1:200 000 и 1:100 000) геолого-экологических исследований (ГЭИК) и требует значительных финансовых затрат. *Второй подход* используется при проведении ГДП-200 по упрощенной схеме с минимальным привлечением дополнительных средств, при этом выполнение карт осуществляется в масштабах 1:500 000 и 1:1 000 000. В обоих случаях составляют две взаимосвязанные карты – Эколого-геологическая карта (далее по тексту Лист №1) и Схема оценки эколого-геологической опасности (далее по тексту Лист №2).

Принципы составления карт не однотипны. Так, такой важнейший визуальный признак как *цвет* используется в первом случае главным образом для характеристики экогеохимического состояния геологической и природной среды. Для этого, различным цветом закрашиваются площади развития почв, донных осадков и природных вод с

различным экогеохимическим состоянием. При этом ландшафты показываются в виде оконтуренных площадей с псевдоформулой, состоящей из ряда цифр и букв, которые определяют принадлежность того или иного ландшафта к морфогенетическим зонам и подзонам. Остальная нагрузка (неотектонические разломы, геодинамические процессы, техногенные системы и объекты и др.) наносится в виде специальных знаков оформленных в легенде карты, черным цветом – естественные процессы, красным – техногенные и техногенноактивизированные [36].

При производстве ГДП-200 согласно Инструкции 1995 года, которая в настоящее время существенно переработана и дополнена, как для бумажных, так и электронных версий (дистанционных основ) [14, 21, 35]. Согласно этим материалам на Лист №1 наносятся:

1. Ландшафтные подразделения, где цвет используется для их раскраски: аккумулятивные равнины (зеленый цвет с оттенками), предгорные и низкогорные районы (светло-коричневый цвет с оттенками), горные сооружения (коричневый и красно-коричневый), техногенные ландшафты (окрашиваются в лиловый цвет). Ландшафтные подразделения индексируются порядковыми номерами (от горных к более низким).

2. На цветном «ландшафтном» фоне разными знаками показываются перечисленные ниже объекты.

– Природные экологические неблагоприятные объекты (ареалы и зоны развития обвалов, оползней, осыпей, лавин и др.), а также эндогенных процессов (зоны сейсмичности, современного вулканизма, неотектонические разломы и др.);

– Техногенные объекты, нарушающие геологическую среду на глубине (карьеры, зоны подтопления и др.);

– Техногенные объекты, нарушающие геологическую среду на поверхности (оцениваются по интенсивности нарушения элементов ландшафтов и растительного покрова). Все техногенные объекты показываются контурами и знаками (черными и цветными);

– Геохимические аномалии в разных природных средах (рыхлые отложения, вода, донные отложения) изображаются цветными контурами и линиями. Цвет контура красный, в разрыве контура вписываются черные символы элементов – загрязнений. Толщина контура обозначает концентрацию: тонкий – до 8 ПДК, средний 8-16 ПДК, жирный – более 16 ПДК. Могут использоваться и другие показатели загрязнения.

Лист №2 по существу является картой районирования территории по эколого-геологическим условиям (по геологическим опасностям). Она отражает экспертную оценку экологической ситуации по комплексу признаков – поражённой экзо- и

эндогеологическими процессами, степень геохимического загрязнения и др. В роли экспертов выступают геологи, проводящие геологическую съемку.

Лист №2 составляется по принципу «светофора» и может быть представлен пятью градациям – благоприятная, удовлетворительная (зеленый цвет с оттенками); напряженная (желтый цвет); кризисная (малиновый цвет); катастрофическая (ярко красный цвет) экологическая обстановка.

Кроме того, на данную схему наносятся участки, на которых следует реализовать определенные природоохранные рекомендации (предложения по организации заповедников, заказников и др.), а также оконтуренные зоны с ограничением хозяйственной деятельности.

#### **4.2. Методика обработки экогеохимической информации**

Для выявления эколого-геохимической обстановки исследуемой территории были использованы ретроспективные аналитические данные, сбор которых проводился рядом исследователей в разные годы при выполнении геохимических, геофизических и геологосъемочных работ разного масштаба.

Всего предшественниками в разные годы, на исследуемой площади отобрано большое количество литогеохимических проб (более 5000), которые были проанализированы методом спектрального полуколичественного анализа [52, 50]. На основе фондовых материалов создана аналитическая база данных. Все содержания химических элементов сотрудниками НИЛ геокарт ГГФ НИ ТГУ были приведены к размерности г/т ( $10^{-4}$  %), Au в мг/т и использованы при выделении геохимических аномалий и ареолов рассеяния на карте полезных ископаемых [8, 49]. Впоследствии эти данные были перенесены автором на эколого-геологическую схему.

Для обработки геохимических данных в качестве программного обеспечения использовались как стандартные программы Excel, Spatial Analyst, так и комплекс программ картографирования в ГИС-технологии (ArcGis 10).

При работе с массивом данных был подсчитан ряд геохимических показателей: фоновые содержания ( $x_f$ ); Кларк концентрации (K); коэффициенты концентрации ( $K_K$ ); суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ).

*Геохимический фон* ( $x_f$ ) представляет собой среднее содержание химических элементов по данным изучения статистических параметров его распределения в горных породах, почвах, природных водах, в приземной атмосфере и растениях в удалении от месторождений [1].

Кларк концентрации ( $K$ ):

$$K = \frac{x_{\text{ср}}}{x_{\text{кларк}}}$$

где,  $x_{\text{ср}}$  – среднее арифметическое значение выборки,  $x_{\text{кларк}}$  – кларк компонента геологической среды.

Коэффициенты концентрации ( $K_k$ ):

$$K_k = \frac{x_i}{x_{\text{ф}}}$$

где,  $x_i$  – концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества.

Суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ):

$$Z_c = \sum K_k + (n - 1)$$

где,  $K_k$  – коэффициент концентрации (отношение содержания элементов в аномалии к его фоновому содержанию,  $\geq 1$ ;  $n$  – число учитываемых аномальных элементов [27].

При оценке полученных значений  $Z_c$  использовались нормативные показатели почв, согласно требованиям предусмотренным для многоцелевого геохимического картирования. Согласно данным требованиям ПДК почв утверждены только для 12 элементов, в остальных случаях мы были вынуждены прибегать к фоновым и другим значениям [43].

Оценка уровня загрязнения природно-геологической среды проводилась с учётом суммарного показателя загрязнения ( $Z_c$ ):

Таблица 1

Уровни загрязнения донных отложений в зависимости от  $Z_c$  [34]

| Компонент ПГС    | $Z_c$  | Уровень загрязнения |
|------------------|--------|---------------------|
| Донные отложения | <8     | Минимальный         |
|                  | 8-16   | Низкий              |
|                  | 16-32  | Средний             |
|                  | 32-128 | Высокий             |
|                  | >128   | Очень высокий       |

При выделении минимально-аномальных значений использовался метод «трёх стандартов» ( $x_a = x_{\text{ф}} + 3S$ , где  $x_a$  – аномальное значение,  $S$  – стандартное отклонение выборки) и метод «полутора фонов» ( $x_a = 1,5x_{\text{ф}}$ ) [17].

Обратимся к анализу эколого-геологических материалов (Приложение 5, Приложение 6), полученных сотрудниками НИЛ геокарт в процессе проведения ГДП-200 и обработанных автором при освоении магистерской программы Экологическая геология по направлению подготовки 05.04.01 Геология.

### 4.3. Пространственное распределение природных неблагоприятных ЭГП и экогеохимических аномалий

#### 4.3.1. Горные области Кузнецкого Алатау

На подготовленную ранее ландшафтную карту, в контурах выделенных и пронумерованных ландшафтных подразделений, нанесена вся выявленная экологическая нагрузка – ЭГП, экогеохимические аномалии, техногенные комплексы и объекты (Приложение 5).

Рассмотрим пространственное распределение экологической нагрузки в контурах каждого ландшафта.

*Ландшафт 1.* На фоне высокогорного рельефа, представленного глубокорасчлененным высокогорным гольцовым поясом, широким развитием пользуются альпийские формы рельефа – привершинные склоны изрезаны и частично уничтожены карами и цирками, значительно распространены нивально-гляциальные и мерзлотно-солифлюкционные явления. Характерными неблагоприятными ЭГП на данном ландшафте являются происходящие в карах камнепады, на крутых склонах - осыпи и обвалы. На территории выделенного ландшафта, в пределах небольшой площади (45 км<sup>2</sup>), зафиксировано 11 осыпей и обвалов. На более пологих склонах залегают плащеобразные отложения подвижных курумов. Степень поражения быстро протекающими ЭГП достигает и местами превосходит 25 %, что дает основание охарактеризовать состояние геологической среды как напряженное (Приложение 6). На территории данного ландшафта практически отсутствуют какие-либо природные аномалии тяжелых металлов, за исключением одной локальной точечной с концентрацией молибдена (в коренных породах) менее 8 ПДК (Приложение 5).

*Ландшафты 2, 3 и 4* лежат в пределах среднегорной области (Приложение 3). В контурах среднегорного типа ландшафта, сформированного при участии гляциально-экзарационных и ледниковых процессов, наблюдается существенная трансформация рельефа с развитием многочисленных камнепадов, каров и цирков (8 штук), здесь сформированы нагорные террасы, бараньи лбы, кигиляхи, ледниковые морены и троговые долины. Для ландшафтов среднегорной области характерны процессы закурумливания (рис. 6) – каменные реки, моря (68 км<sup>2</sup>), селеопасные зоны, в том числе площадного характера (15 км<sup>2</sup>), локальные осыпи и обвалы (6 обвалов). Геохимических аномалий тяжелых металлов в коренных породах мало и они точечные, содержания природных Mo и Nb не превышают 8 ПДК. Эти аномалии возникли за счет разрушения коренных

гранитов палеозоя. В рыхлых отложениях по обе стороны р. Бол. Казыр отмечены ареалы аномалий La - площадью 1 км<sup>2</sup>, с концентрацией более 16 ПДК и площадью 2 км<sup>2</sup> с концентрацией менее 8 ПДК; выделенные аномалии также носят природный характер происхождения.



Рисунок 6 – Курумник на склоне Терень-Казырского хребта (фото А.Д. Котельников, 2013)

*Ландшафт 5.* На данном ландшафте, расположенном в низкогорной области, наблюдаются ареалы и локальные участки осыпей и обвалов. Так на территории низкогорного ландшафта закартировано десять локальных обвалов и семь обвалов с площадными зонами развития, распространение которых приурочено к обрывистым скальным бортам русел горных рек – Харатас (18 км<sup>2</sup>), Каинзас (8 км<sup>2</sup>), Теренсуг (общей площадью 14 км<sup>2</sup>), Томь (7 км<sup>2</sup>), Хабзас (5 км<sup>2</sup>) и Ниня (10 км<sup>2</sup>). Наиболее распространенной формой ЭГП являются проявления многочисленных карстовых образований в карбонатных породах венда и нижнего кембрия (на территории зафиксировано 23 карстовых воронки). К востоку, в направлении к Южно-Минусинской котловине, степень закарстованности и набор ЭГП уменьшается [38]. В целом, суммарная степень поражения ГС неблагоприятными экзогенными геологическими процессами не превышает 15-20%.

В контурах ландшафта в коренных породах и рыхлых отложениях выявлены точечные и площадные аномалии различных элементов включая I-III классы опасности: As, Zn, Pb, Mo, Ni, Co, Cu, Mn, W, Ba, Rb, Zr, Cr, Zr. Всего на территории выявлено 28 точечных аномалий - 9 в рыхлых отложениях и 19 в коренных породах. Наиболее крупные аномалии молибдена и свинца занимают площади более 40 км<sup>2</sup>, но они оконтурены условно по многочисленным немасштабным компактно расположенным аномальным точкам. Концентрация Mo в рыхлых отложениях, междуречье Теренсуг-Томь-Ниня (48 км<sup>2</sup>) высока и превышает 16 ПДК, содержание Pb в коренных породах (междуречье Теренсуг-Бол. Каиназас) колеблется от 8 до 16 ПДК. В междуречье Томь-Теренсуг также распространены небольшие ареалы Pb, как в рыхлых, так и в коренных отложениях с концентрациями от 8 ПДК и выше. Средняя интенсивность точечных аномалий находится в пределах до 8 ПДК, редко более 8 ПДК, хотя отдельные рудные пункты минерализации могут многократно превышать эти уровни.

На водоразделе рек Каролиновка-Теренсуг-Нинелых радиометрической съемкой выделена обширная природная радиоактивная аномалия, состоящая из совокупности локальных точек, группирующихся на площади до 50 км<sup>2</sup>. Интенсивность гамма-поля укладывается в интервал 8-16 ПДК, но в единичных случаях достигает очень высоких значений (до 2500 мкР/ч). Две радиоактивные аномалии такой же интенсивности располагаются в верховьях р. Аскиз и р. База. Их площадь 16 и 4 км<sup>2</sup> соответственно.

Также, в контурах ландшафта есть несколько участков с напряженной и даже кризисной геоэкологической ситуацией. Это прежде всего территории, примыкающие к известным месторождениям – действующим и законсервированным (Сорское медно-молибденовое, Игр-Гольское полиметаллическое, Кузнецовское, Тибекское, Майское золоторудные, а также районы добычи россыпного золота).

#### 4.3.2. Предгорные области

*Ландшафт 6* представлен расчлененным грядово-плосковершинным высоким и средним холмогорьем, экзогенные геологические процессы здесь слабо проявлены. Это единичные обвалы и осыпи, немногочисленные конусы выноса в делювиально-пролювиальных шлейфах. Преобладающими ЭГП здесь являются карстовые воронки, развитые в докембрийских карбонатных толщах. Пещеры активно посещаются неорганизованными группами туристов, что приводит к их частичному разрушению. Суммарная степень поражения ЭГП не превышает 5%. В контурах ландшафта выявлены

как немасштабные, так и вторичные геохимические потоки и ареолы, главным образом, в междуречье рр. Камышта-Уйбат. Здесь при проведении ГДП-50 установлены аномалии Mo (3,3 ПДК), Pb (9,3-15,6 ПДК), Mn (1,3 ПДК), Cu (1,5-3,0 ПДК), Be (4 фона). Все они тяготеют к «Уйбатскому заливу», сложенному осадочно-вулканогенными породами нижнего девона и их происхождение природное. Небольшая полиэлементная (Ba, Mo, Ni) аномалия в донных осадках природного характера зафиксирована на севере вблизи Кутень-Булукского месторождения барита. Наличие относительно небольшого количества аномалий в данном ландшафте в сочетании с другими признаками (малое количество осадков – около 400 мм, небольшой общий объем биомассы, инфильтрационно-испарительный тип водообмена грунтовых вод) дает основание оценить геохимическую устойчивость как среднюю, а общую экологическую ситуацию как удовлетворительную (Приложение 6).

#### 4.3.3. Равнинные, субравнинные и долинные области

*Ландшафт 7.* В контурах данного ландшафта, представленного денудационной всхолмленной равниной (каменистой степью) Южно-Минусинской котловины, доминируют проявления активной сельскохозяйственной деятельности. Детальное изучение экогеохимического состояния почвенного покрова Южно-Минусинской впадины проводилось Хакасской научной экспедицией ТГУ (1995-2001 гг.) [23]. Результаты этих исследований отражены в диссертационной работе А.Л. Архипова [2], где показано, что 8 элементов (Zn, Mo, Cu, V, Li, Yb, Pb, Sc), содержатся в почвах в надкларковых количествах (кларк концентрации колеблется от 1,3 до 1,9 единиц). При этом, аномальные участки, выделенные по суммарному показателю загрязнения, локальны и, в основном, приурочены к котловинам солёных озёр. Максимальное значение установлено для прибрежных зон озёр Талое и Усколь – 40 и 25 единиц, соответственно, что по классификации уровней загрязнения природно-геологической среды (донных отложений) в зависимости от  $Z_c$  (табл. 1) отвечает высокому и среднему уровню загрязнения [34]. Ведущими ЭГП являются зоны заболачивания и засоления. Геохимические аномалии редки и имеют тесную связь с зонами засоления, находящимися вне современных озерных котловин, где накапливаются такие элементы как Li, Sr, Mo, U.

*Ландшафт 8* сформирован гляциофлювиальными субравнинами внутри реликтовых троговых долин и тесно пространственно ассоциирует с современными ледниками, снежниками, фирновыми полями. В целом ландшафт геодинамически

неустойчив из-за непрочности рыхлых пород, слабой закрепленности растительностью, значительной льдистостью топких грунтов. Геохимических аномалий в контурах ландшафта не выявлено, но высокие сорбционные способности илистых и глинистых отложений, интенсивная заболоченность дают возможность оценить геохимическую устойчивость как низкую.

*Ландшафт 9* развит на территории солифлюкционных субравнин (долинных педиментов) в низкогорном типе рельефе. Субравнины интенсивно заболочены. В верховьях р. Иней выявлены небольшие аномалии (по 2 км<sup>2</sup>) Zn и Mn (8-16 ПДК). В окрестностях нежилого поселка Вершинка зафиксирована аномалия Mn (2 км<sup>2</sup>) с концентрацией загрязнителя в интервале от 8 до 16 ПДК.

*Ландшафт 10* сформирован аккумулятивными субравнинами, образованными при активном участии предгорных пологонаклонных и слаборасчлененных пролювиально-делювиальных шлейфов в зонах сочленения Кузнецкого Алатау и Батеневского кряжа с Южно-Минусинской котловиной на терригенных отложениях. ЭГП в настоящее время проявлены в виде многочисленных мелких конусов выноса в устьях сухих ложков, а также локального оврагообразования в районе г. Сагархая и террасового комплекса р. Абакан. Однако, в геодинамическом плане данный ландшафт потенциально неустойчив, поскольку денудационно-пролювиальные процессы продолжаются и в настоящее время. Отсутствие каких-либо геохимических аномалий указывает на геохимическую устойчивость, выражающуюся в быстром «избавлении» от потенциальных поллютантов временными потоками. Общая эколого-геологическая оценка – удовлетворительная (Приложение 6).

*Ландшафт 11* представлен дефляционными котловинами современных минерализованных (редко пресных) озер, выполненных озерно-болотными и озерно-хемогенными (илы, грязь, соли) отложениями на терригенных породах. Как в геодинамическом, так и в геохимическом отношении ландшафт малоустойчив из-за непрочности пород; повышенной сорбционной способности почв, илов, грязи; малых объемов степной биомассы; высоких содержаний гумуса (торф); наличия высоко растворимых пород (гипс, соли). ЭГП проявлены в виде зон заболачивания и засоления (Приложение 5). Так, на исследуемой территории выделено две крупные зоны заболачивания – севернее оз. Капчалы (11 км<sup>2</sup>) и в контурах и за пределами контура оз. Улугколь (22 км<sup>2</sup>). Интенсивные геохимические аномалии отмечаются как в почвах (солончаках), так и в озерных минерализованных водоемах. В почвах, приозерных солончаках (ур. Талое озеро, оз. Усколь, ур. Солёное и др.) формируются литий-стронций-молибден-урановые аномалии природного типа с высоким, реже средним уровнем

загрязнения. Озёрные воды изучались коллективом Проблемной гидрогеохимической лабораторией ТПУ под руководством Ю.Г. Копыловой и А.А. Хвощевской. Пробы озёрной воды анализировались по существующим методикам утверждённым госстандартам. Часть проб изучалась в лабораториях Германии и Норвегии методами ICP-MS [26, 47, 48]. Всего на изученной территории опробовано 7 озёр разной минерализации: пресные – Буланкуль (227 мг/л) ; среднеминерализованные – Потага (13 448 мг/л), Хамысколь (10 828 мг/л), Хызылколь (8 619 мг/л); высокоминерализованные – Усколь (33 577 мг/л) и рассолы – Терпенколь (52 319 мг/л), Талое (100 293 мг/л). В озёрных водах минерализованных водоемов (особенно в рассолах) четыре элемента (Li, F, Al, Sr) часто встречаются в очень высоких концентрациях. Так, в оз. Талом содержание Li в озёрной воде варьирует от 5,4 до 9,7 мг/л, что составляет 180 ПДК и 323 ПДК соответственно (по отношению к питьевой воде). В оз. Ахколь концентрация Li равна 2,7 мг/л (90 ПДК), в урочище Соленом (оз. Камышовое) содержание Li составляет 3,8 мг/л или 93,3 ПДК [19]. Содержание F в минерализованных водоемах часто превышает ПДК для питьевых вод в 1,1-2,6 раза, но в трех озерах – Хамысколь, Усколь и Терпекколь превышения над ПДК составляют 6,5; 16,3 и 56,6 раз соответственно, что возможно связано с выбросами Саянского алюминиевого завода. Что касается Al, то высокие концентрации этого элемента выявлены в озере Хызылколь (15,3 ПДК) [2]. По-видимому, это результат природных процессов эвтрофикации озерных водоемов, когда происходит перевод амфотерного Al из катиона, нерастворимого в щелочной (содовой) воде, в растворимое анионное соединение. Это, в конечном итоге, приводит к накоплению Al, сопровождающегося повышением роли  $C_{орг}$ , что косвенно подтверждается значительным ростом в некоторых пробах перманганатной окисляемости (до 44 мг/л). Накопление Sr (до 8,7 ПДК) отмечается в озёрных водах ур. Соленое и оз. Ахколь. Таким образом, по нашему мнению, повышенные концентрации Li, Al, Sr – результат специфики аридного седиментогенеза в современных климатических условиях (сухой климат с минимальным количеством осадков и с преобладанием испарительного водообмена). Что касается фтора, то не исключен техногенный вклад в его накопление.

Наиболее высокие концентрации редких элементов зафиксированы в урочище Талое озеро (табл. 2). Как видно из таблицы 2 содержание Sr в 38,2; Li в 135,5; V в 15,1 раза превышают кларки подземных вод континентального засоления. Природа таких аномалий недостаточно ясна, так как расположенные вблизи мелкие минерализованные озёрные водоёмы содержат эти элементы в околочларковых концентрациях.

С формальных позиций перечисленные выше озерные водоемы и окружающие их солончаки можно рассматривать, как зоны с кризисной и даже катастрофической экологической ситуацией. Однако, следует иметь в виду, что озера строго локализованы,

Таблица 2

Содержание редких элементов в рассолах урочища Талое озеро [19]

| Элемент | Ед. измерения | Содержание в воде из ур. Талое Озеро | Морская вода | Кларк концентрации и по отношению к морской воде | Подземные воды континентального засоления (Шварцев) | Кларк концентрации и по отношению к подземным фонам |
|---------|---------------|--------------------------------------|--------------|--|---|---|
| Sr      | мг/л          | 21,4                                 | 8            | 2,675  | 0,56  | 38,2  |
| Li      | мкг/л         | 5,380                                | 180          | 29,9   | 39,7  | 135,5   |
| Ce      | мкг/л         | 391                                  | 0,001        | 39 1000  | -   | -   |
| V       | мкг/л         | 40                                   | 2,5          | 16   | 2,65  | 15,1  |

представляют собой рассолы с общей минерализацией до 100 г/л и их «вредность» нельзя оценивать с позиции ПДК для питьевых вод. Скорее, их надо рассматривать, как потенциальные рудные объекты, перспективные на гидроминеральный литий и другие редкие элементы. Подземные воды, которые часто «подпитывают» озёрные, нами специально не изучались, но они детально исследованы в работах Д.С. Покровского, Е.М. Дутовой, А.А. Булатова и др. [28].

*Ландшафт 12* в данном ландшафте, включающем в себя пологонаклонные котловины погребенных палеозер, ЭПП представлены зонами заболачивания и засоления. Геохимические аномалии отсутствуют (не выявлены). В силу специфики литологического состава (глины с кластолитами) эти образования служат надежным водоупором для Уйбатской системы искусственных каналов. Геодинамически и геохимически ландшафты такого типа малоустойчивы, главным образом из-за высокой сорбционной способности глин, к тому же находящихся в «рыхлом» состоянии.

*Ландшафты 13 и 14* включают долины современных рек и надпойменных террас р. Абакан, встречаясь во всех ранее охарактеризованных ландшафтах. В горных районах в крутых бортах отмечаются обвалы и осыпи, в сухих ложках – конусы выноса. В среднем и нижнем течении фиксируются активные зоны заболачивания. Значимых геохимических аномалий в настоящее время не выявлено, кроме районов золотодобычи, где рельеф долин интенсивно преобразован. Надпойменные террасы р. Абакан в прошлом были распаханы, в настоящее время здесь развиваются процессы оврагообразования (Приложение 5).

#### 4.3.4. Антропогенные и техногенные изменения геологической среды

С увеличением человеческой деятельности и ростом техногенной мощи общественного производства увеличивается роль масштабных негативных воздействий на ГС. Многообразие человеческой деятельности приводит к изменению природных ландшафтов. Техногенные ландшафты отличаются от природных рядом признаков. Для техногенных ландшафтов, в той или иной степени, характерна антропогенная трансформированность природных компонентов [33].

К измененным антропогенным ландшафтам на изученной территории относятся степные территории всхолмлённой денудационной равнины, расположенной в северо-западной части Южно-Минусинской впадины. Наибольшую нагрузку ландшафт испытывает за счет антропогенных воздействий, связанных с активной сельскохозяйственной деятельностью – земледельческий комплекс [39]. Площадь распаханых земель здесь составляет около 40% от степной площади (рис. 7), что способствует ветровой и ливневой эрозии почв, при которой происходит вымывание гумусового слоя и последующие засорение песком и другими механическими частицами. В настоящее время значительная доля пашен (порядка 10 %), по данным Госкомзема, выведена из сельскохозяйственного оборота; на малопродуктивных землях, с низким содержанием гумуса, происходит дальнейшая дегумификация и карбонатизация.

К антропогенной нагрузке также следует отнести ирригационно-земледельческий, животноводческий и лугово-сенокосный комплексы. Широко развитые пахотные земли в большинстве случаев орошаются искусственными каналами Уйбатской ирригационной системы, которая, к сожалению, сейчас находится в крайне запущенном состоянии. Животноводческие комплексы состоят из пастбищ, сенокосных угодий, ферм, кошар, летников. Ведущие отрасли – выращивание крупного рогатого скота, свиней, овец, лошадей и птицы.

Сведение традиционного растительного покрова, распашка земель, выпас скота, приводящие к эрозии и смыву земель, способствуют образованию вторичных форм рельефа – оврагов, балок, промоин и т. д. Ежегодно эрозия и дефляция выносят из ландшафтов суши миллиарды тонн гумусовых частиц. Эти процессы, как правило, необратимы. Свой вклад в трансформацию геологической среды вносит и транспортная сеть, представленная на территории железными дорогами и автомагистралями. Таким образом, по совокупности признаков районы с активной сельскохозяйственной деятельностью можно отнести к областям с напряженной геолого-экологической обстановкой (Приложение 6).

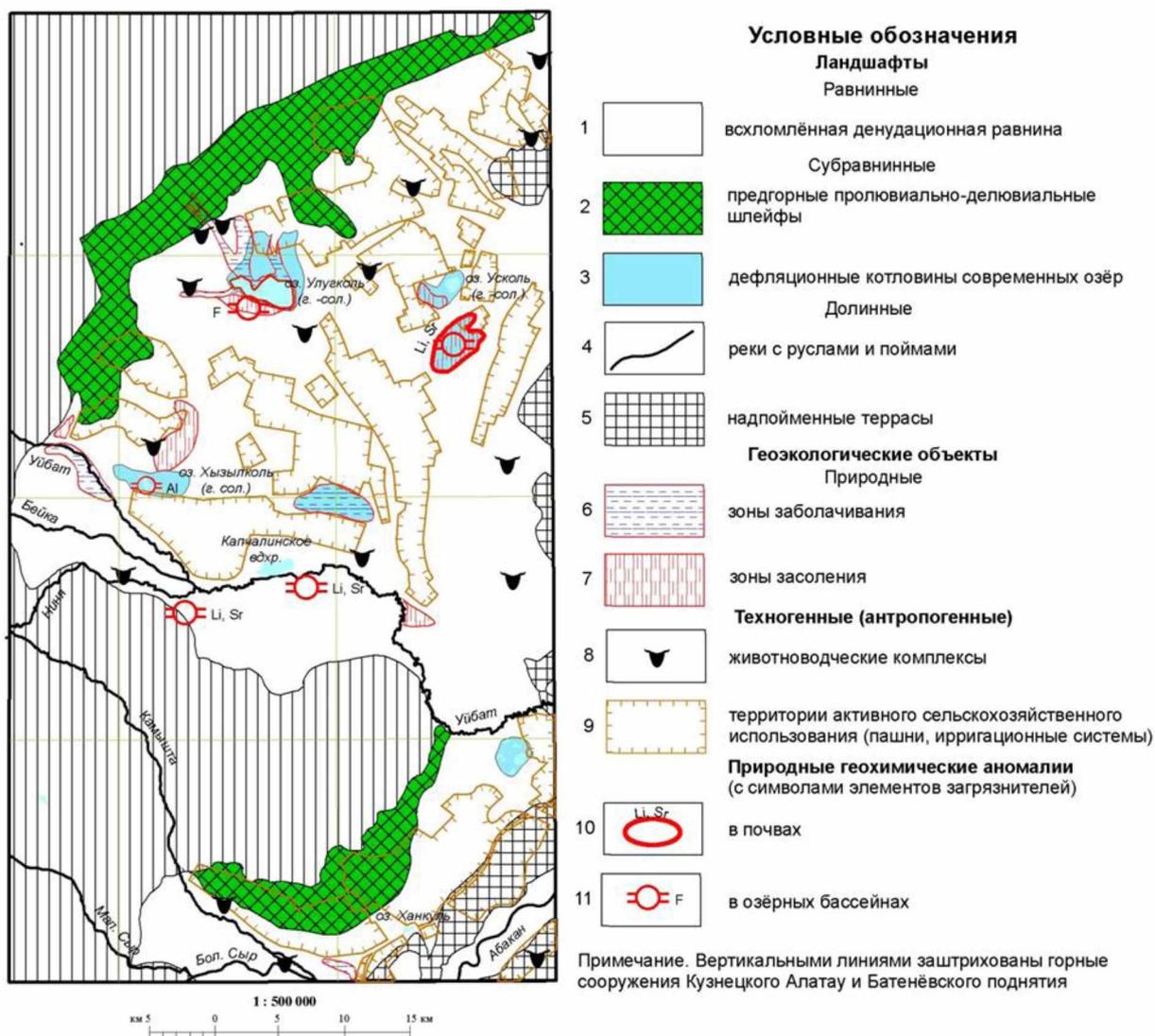


Рисунок 7 – Схема пространственного распределения главных геоэкологических объектов, нарушающих геологическую среду северо-западной части Южно-Минусинской впадины [39]

В низкогорной области, где развита осиново-пихтовая, пихтово-березово-осиновая, березово-лиственничная растительность, значительную антропогенную нагрузку оказывают лесозаготовочные комплексы. Так, на рассматриваемой территории закартировано 22 лесозаготовочных участка (Приложение 5), общая площадь которых составляет порядка 40 000 га.

Техногенный ландшафт (*Ландшафт 15*) включает в себя комплекс техногенных нарушений геологической среды, проявленных в процессе добычи полезных ископаемых, в первую очередь россыпей золота, где рельеф почти на 100% трансформирован.

Наиболее ярко комплекс техногенных нарушений геологической среды представлен в долине р. Балыксу и ее притоков Камзас и Магызы, где на всем протяжении от устья р. Балыксу и до южной рамки листа фиксируются значительные техногенные

изменения. Эколого-геологическую ситуацию в данном районе изучал П.С. Нечаев и др., по материалам которого можно дать краткую экологическую оценку этого объекта [52]. Долины р. Балыксу и ее притоков длительное время разрабатывались на россыпное золото мускульным, гидравлическим и дражным способами, что привело к значительной трансформации рельефа. Плоские долины превратились в интенсивно изрезанные валово-гребнистые поверхности с крутыми бортами склонов при высоте отвалов до 7 метров. В долинах фиксируется большое количество прудов-отстойников, гидравлически связанных с основными руслами. Вдоль склонов протягиваются полузасыпанные и обводненные гидравлические каналы. На участках дражных работ возникает «лунный» ландшафт (рис. 8, 9, 10).

Экогехимическая обстановка в районе россыпного полигона крайне неблагоприятная. В почвенном покрове вдоль всего полигона сформирована протяженная (до рамки планшета) площадная аномалия высокотоксичных поллютантов первого класса опасности (Hg, As). Концентрация техногенной ртути в очагах опасного загрязнения в почво-грунтах колеблется от 1,5 до 19,6 единиц (относительно фона), в среднем – 5,2 фона. Есть техногенная ртуть в донных отложениях – до 4-х фонов. Содержание мышьяка природного происхождения (засчет



Рисунок 8 – «Лунный» ландшафт в долине р. Балыксу (фото автора, 2013)



Рисунок 9 – Карьер золотороссыпной добычи в долине р. Камзас  
(фото А.Г. Дербан, 2015)



Рисунок 10 – Пруд-отстойник в долине р. Балыксу (фото А.Д. Котельников, 2013)

дренирования речными системами зон окисления полиметаллических рудопоявлений) значительно превышает значения ПДК на всем протяжении полигона: в почво-грунтах – до 40 ПДК, в среднем 25 ПДК, в донных отложениях – 9,5-23, в среднем 17 ПДК. Кроме того, в донных отложениях превышено допустимое содержание кадмия – до 11 ПДК, в среднем – 4 ПДК. Наряду с вышеперечисленными поллютантами первого класса опасности в небольших концентрациях (до 5 фонов) присутствуют и другие: Pb, Cu, Zn, Co, Ba, V, Cr, Mn, Ni, Sb, W, Sn, Mo, Sr. Эти данные дали основание П.С. Нечаеву [52] классифицировать экогеохимическую

обстановку как умеренно-опасную и опасную. По приведенным параметрам по геохимическим характеристикам, территория бывшего россыпного полигона в долинах рек Балыксу и ее притоков находится в кризисной эколого-геологической обстановке. Долины рек Узунчул, Немир, Тербижек, Бейка (рис. 11), также на значительном протяжении (до 10-12 км) превращены в изрезанные валово-гребнистые поверхности с крутыми бортами склонов, с высокими (до 6-7 метров) отвалами горных пород, с многочисленными прудами-отстойниками,



Рисунок 11 – Отвалы золотодобычи из россыпей в долине р. Бейка  
(фото А.Д. Котельников, 2015)

гидравлическими канавами. На месте действующих и законсервированных месторождений образованы и продолжают формироваться карьеры, выемки, терриконы и другие техногенные формы рельефа, которые способствуют развитию обвалов, осыпей, оползней, размывов, просадок, провалов. Образовавшиеся формы рельефа формируют новые природные комплексы, перемещение пород нарушает естественный режим поверхностных, почвенных, грунтовых вод, возможно образование поверхностных водоемов, заболачивание территории. Значительная часть земель становится непригодной для сельскохозяйственного использования.

В районах действующих и законсервированных рудников сохранились хвостохранилища, техногенные отвалы, свалки (Сорское месторождение); в местах бывшей добычи руд (Игр-Гол) картируются реликты карьеров, штолен и шахт, отвалы горных масс, остовы разрушенных зданий и сооружений. В почвах и в донных отложениях фиксируются многочисленные техногенные геохимические полиэлементные аномалии. Значительные техногенные изменения затронули и промышленно-селитебные зоны, где много свалок (часто

несанкционированных), складов ГСМ, небольших карьеров в окрестностях поселков для добычи стройматериалов и др.

На северной рамке планшета (в пределах Батеневского кряжа и восточных отрогов Кузнецкого Алатау) располагается Сорское медно-молибденовое месторождение. Разработка месторождения идёт открытым способом (рис. 12), в связи с чем выделяется ряд геоэкологических проблем, часть из которых, по данным «Путеводитель по району..., 2012» [31], связаны с техногенными быстропротекающими процессами, а именно:

- вскрывается горизонт подземных вод и формируется депрессионная воронка;
- при взрывах в карьерах формируется облако пыли с выбросом оксидов азота, которое при неблагоприятных погодных условиях «накрывает» город;
- разрушаются уступы карьера;
- происходит загазованность карьера в период работы автотехники в штилевую погоду;
- увеличивается площадь карьера.



Рисунок 12 – Общий вид карьера Сорского Cu-Mo-месторождения  
(фото А.Д. Котельников, 2015)

На территории Сорского медно-молибденового месторождения (в междуречье Сайгачи и Бюря) расположен отстойник карьерных, производственных сточных вод. В контурах отстойника зафиксированы ураганные содержания Мо (200 мг/кг), которые в 182 раз превышают кларк в земной коре. Величина Zс равна 194-200, что соответствует очень высокому уровню загрязнения [31], эти данные позволяют делать выводы о том, что данный отстойник определяет степень нагрузки на всю водосборную площадь.

Повышенное содержание ряда компонент на изученной территории выявлено по данным опробований донных отложений [51]. Для девяти из них – Pb, Zn, Cr, Ti, Mo, Ba, Be, Zr, P, превышающих 1,2 единицы кларк-концентрации, параметры содержания приведены в таблице 3.

На южном фланге Сорского месторождения при проведении ГДП-50 были отмечены немасштабные геохимические ореолы Mo (3,3 – 33 ПДК) и Zn (4,8 ПДК). Здесь же при составлении геохимической основы сотрудниками НИЛ геокарт выявлены высокоинтенсивные полиэлементные (Mo, Cu, Sr, Pb) аномалии в донных отложениях, в которых содержание Mo достигает 33 ПДК, значение Zc достигает 64 единицы. Кроме того, здесь находятся промышленные свалки и отвалы Сорского комбината, что почти на 100% трансформирует ландшафт. Таким образом, на этой территории по всем параметрам экологическая ситуация оценивается как кризисная.

На юго-западе территории, в её горной части (хр. Сахар, г. Сорый, Сарыг, Игирхол) располагается законсервированное месторождение Игр-Гол. Разработка месторождения велась подземным способом, что привело к повсеместному развитию зон окисления, представленных очень неустойчивыми сыпучими землястыми массами. В окрестностях месторождения и южнее оз. Буланкуль (бассейны рр. База, Бол., Сред. и Мал. Сыры) отмечены повышенные концентрации: Mo – во вторичных геохимических потоках и ореолах 3,3-13,3 ПДК; Ba – в 3,3-20 фонов; Be – в 3,3-5 фонов. Здесь же в донных отложениях выявлены несколько линейных полиэлементных аномалий Pb, Zn, Mo, Co смешанного природно-техногенного характера, в которых содержание Pb варьирует в широких пределах (от 0,8 до 19 ПДК), концентрация Zn достигает 7,3 ПДК, Mo – 1,7 ПДК, расчетное значение  $Zc=24-32$  единицы, что соответствует среднему уровню загрязнения и напряженной экологической ситуации. Для девяти из них – Pb, Zn, Cr, Mo, Ba, Be, Zr, P, Ag, превышающих 1,2 единицы кларк-концентрации, параметры содержания приведены в таблице 4. Южнее Майской группы золоторудных месторождений зафиксирована высокоинтенсивная полиэлементная (Cu, Pb, Mo, Zn) аномалия в донных отложениях с  $Zc=54$ , что характерно для территорий с напряженной и кризисной экологической ситуацией. Учитывая то обстоятельство, что выше охарактеризованные геохимические аномалии либо тяготеют, либо полностью включены в состав Тибек-Майского и Немир-Чазыгольского геологоразведочных участков, где в последнее время проводятся как разведочные, так и эксплуатационные работы, эти территории на схеме оценки эколого-геологической опасности отнесены к областям с напряженной экологической ситуацией (рис. 13), а участки добычи золота (коренного и россыпного) к районам с кризисной геоэкологической обстановкой.

Таблица 3

Содержание элементов в донных отложениях относительно фона, кларков и ПДК (Сорский участок)

| Элементы и параметры  | Pb              | Zn                | Cr                    | Ti               | Mo         | Ba                     | Be                  | Zr             | P                      |
|---|-----------------|-------------------|-----------------------|------------------|------------|------------------------|---------------------|----------------|------------------------|
| Среднее (мг/кг)   | 14,9            | 104,1             | 138,3                 | 6047,5           | 2,4        | 670,6                  | 3,2                 | 230,5          | 1416,5                 |
| Фоновое содержание (мг/кг)                                    | 14,9            | 103,8             | 130,5                 | 6047,5           | 1,8        | 666,3                  | 3,2                 | 230,5          | 1416,5                 |
| Количество проб превышающих фон                               | 145             | 40                | 120                   | 40               | 216        | 119                    | 96                  | 126            | 154                    |
| Кларк (мг/кг)   | 12              | 68                | 93                    | 4900             | 1,2        | 470                    | 2                   | 160            | 1000                   |
| Количество проб превышающих Кларк                             | 145             | 313               | 229                   | 312              | 216        | 308                    | 279                 | 271            | 154                    |
| ПДК мг/кг (минимально-аномальное мг/кг)                       | 34,91<br>(32,0) | 153,78<br>(162,6) | Нет данных<br>(414,3) | 5000<br>(8623,7) | 3<br>(4,6) | Нет данных<br>(1198,0) | Нет данных<br>(5,3) | 300<br>(421,2) | Нет данных<br>(3203,8) |
| Количество проб превышающих ПДК (минимально-аномальное мг/кг) | 0<br>(0)        | 1<br>(1)          | Нет данных<br>(5)     | 255<br>(0)       | 3<br>(2)   | Нет данных<br>(1)      | Нет данных<br>(0)   | 2<br>(0)       | Нет данных<br>(0)      |
| Общее количество проб - 316                                   |                 |                   |                       |                  |            |                        |                     |                |                        |

Таблица 4

Содержание элементов в донных отложениях относительно фона, кларков и ПДК (Игр-Гольский участок)

| Элементы и параметры  | Pb               | Zn                | Cr                    | Mo         | Ba                     | Be                | Zr             | P                    | Ag                  |
|---|------------------|-------------------|-----------------------|------------|------------------------|-------------------|----------------|----------------------|---------------------|
| Среднее (мг/кг)   | 23,4             | 108,5             | 122,1                 | 1,5        | 590,8                  | 2,8               | 188,1          | 1369                 | 0,1                 |
| Фоновое содержание (мг/кг)                                    | 19,4             | 105,8             | 115                   | 1,4        | 577                    | 2,8               | 187,5          | 1325,3               | 0,1                 |
| Количество проб превышающих фон                               | 210              | 62                | 120                   | 122        | 176                    | 223               | 212            | 148                  | 233                 |
| Кларк (мг/кг)   | 12               | 68                | 93                    | 1,2        | 470                    | 2                 | 160            | 1000                 | 0,073               |
| Количество проб превышающих Кларк                             | 219              | 327               | 200                   | 122        | 297                    | 223               | 212            | 148                  | 233                 |
| ПДК мг/кг (минимально-аномальное мг/кг)                       | 34,91<br>(158,6) | 153,78<br>(216,5) | Нет данных<br>(351,7) | 3<br>(3,6) | Нет данных<br>(1111,2) | Нет данных<br>(5) | 300<br>(377,1) | Нет данных<br>(3443) | Нет данных<br>(0,5) |
| Количество проб превышающих ПДК (минимально-аномальное мг/кг) | 17<br>(3)        | 13<br>(4)         | Нет данных<br>(7)     | 5<br>(5)   | Нет данных<br>(5)      | Нет данных<br>(0) | 1<br>(1)       | Нет данных<br>(4)    | Нет данных<br>(0,3) |
| Общее количество проб – 336                                   |                  |                   |                       |            |                        |                   |                |                      |                     |

Учитывая то обстоятельство, что выше охарактеризованные геохимические аномалии либо тяготеют, либо полностью включены в состав Тибек-Майского и Немир-Чазыгольского геологоразведочных участков, где в последнее время проводятся как разведочные, так и эксплуатационные работы, эти территории на схеме оценки эколого-геологической опасности отнесены к областям с напряженной экологической ситуацией, а участки добычи золота (коренного и россыпного) к районам с кризисной геоэкологической обстановкой.

На водоразделе рек Каролиновка-Теренсуг-Нинелых радиометрической съемкой выделена обширная природная радиоактивная аномалия, состоящая из совокупности локальных точек, группирующихся на площади до 54 км<sup>2</sup>. Интенсивность гамма-поля укладывается в интервал 8-16 ПДК, но в единичных случаях достигает очень высоких значений (до 2500 мкР/ч). Две радиоактивные аномалии такой же интенсивности располагаются в верховьях р. Аскиз и р. База. Их площадь 15 и 4 км<sup>2</sup> соответственно. В восточной части исследуемой территории радиационная обстановка относительно спокойная. На карте мощности экспозиционной дозы выделен ряд площадных и точечных низкоинтенсивных аэрогаммааномалий, превышающих фоновые значения (8-10 мкР/ч), но не достигающих значительных величин. Аномалии тяготеют к интрузивным породам додевонского фундамента и к вулканитам нижнего девона. Их интенсивность редко превышает 40 мкР/ч.

На Схеме оценки эколого-геологической опасности (Приложение 6) отчетливо видно, что практически все участки с напряженной и кризисной обстановкой связаны с деятельностью человека – в горных районах, либо за счёт разработки месторождений (Au, Mo и полиметаллов), либо в результате интенсивных лесоразработок и геологоразведочных работ; в равнинных (степных) районах – за счёт распашки целинных земель и чрезвычайно развитого животноводства. В отдельных случаях напряженная эколого-геологическая обстановка связана с катастрофическими проявлениями ЭГП в горных районах, а также с отдельными площадными экогеохимическими аномалиями высокой интенсивности (более 16 ПДК) как природного, так и антропогенного характера.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный в диссертационной работе анализ современного экологического состояния геологической среды в зонах перехода горных сооружений Кузнецкого Алатау в равнинные ландшафты Южно-Минусинской котловины (Республика Хакасия) даёт возможность определить набор ЭПП и эгогеохимических аномалий для каждой выделенной нами геоморфологической области вдоль трансекта соединяющего высокогорные участки (г. Верхний Зуб, 2178 м) с равнинными (оз. Улуг-Холь, 549 м). Обобщая изложенные в диссертации материалы (без детализации) все типы природных ландшафтов можно объединить в четыре ландшафтно-геоморфологические области: **горную; переходную; равнинную и субравнинную (степную); долинную.**

**Горная область** включает в себя высокогорный и среднегорные морфогенетические типы ландшафтов.

*Высокогорный тип ландшафта* (абс. отм. более 1600 м) занимает не большую площадь в пределах слияния трёх хребтов. В точке слияния находится максимальная (для восточного склона Кузнецкого Алатау) вершина г. В. Зуб - 2178 м. Здесь фиксируются интенсивные камнепады, осыпи, обвалы, подвижные курумы, кары и цирки за счёт разрушения ледниковыми и нивально-солифлюкционными процессами гранитоидов палеозоя. Геохимические аномалии не выявлены.

*Среднегорный тип ландшафта* развит более широко, распространён вдоль наиболее высоких хребтов и представлен двумя подтипами: первый сформирован при участии гляциально-экзарационных и ледниковых процессов, для него характерны следы ледниковой деятельности с развитием многочисленных каров, цирков, нагорных террас, ледниковых морен. Для второго подтипа характерны процессы закурумливания (каменные реки, моря), селеопасные зоны, локальные обвалы и осыпи. Геохимических аномалий тяжелых металлов в рыхлых отложениях мало и они точечные. Содержания природных Мо и Nb не превышают 8 ПДК (аномалии возникли за счет разрушения коренных гранитов палеозоя).

**Переходная область** включает низкогорный и холмогорный морфогенетические типы ландшафтов.

*Низкогорный тип ландшафта* (900-1200 м) широко распространён и приурочен к межхребтовым долинообразным понижениям, которые трассируются горными реками. Для этого типично широкое развитие карстовых явлений (поля, воронки) и локальное проявление осыпей и обвалов. Кроме ЭПП, на флангах Сорского медно-молибденового и Игр-Гольского полиметаллического месторождений, а так же за их пределами в рыхлых и

донных отложениях много точечных и площадных аномалий Mo, Pb, Zn, Ni, Co, Cu, Cr со средней интенсивностью до 8 ПДК (и выше) как в рыхлых, так и донных отложениях.

На границе контакта низкогорья со среднегорьем возникает *гляциофлювиальные и солифлюкционные субравнины*. Первые возникают за счет транспортировки ледниковыми водами, обломочного материала, вдоль троговых долин, вторые за счет интенсивного поступления воды в зоне чередования неотектонических поднятий и опусканий. Наиболее характерным ЭГП для выделенных субравнин являются процессы интенсивного заболачивания.

*Холмогорный тип ландшафта* (560-900 м) играет роль своеобразного «буфера» и приурочен к зоне перехода горных ландшафтов в равнинные. Он со всех сторон окаймляет северо-западную периферию Южно-Минусинской котловины. Для холмогорья характерны слабо проявленные ЭГП (единичные осыпи, конусы выноса, карстовые воронки, пещеры). На территории наблюдаются редкие геохимические аномалии (Mo, Pb, Ba).

**Равнинная и субравнинная (степная) область** представлена денудационной всхолмлённой равниной, аккумулятивными субравнинами предгорных делювиально-пролювиальных шлейфов, дефляционными котловинами с современными минерализованными озёрами.

*Всхолмлённая денудационная равнина* (каменистая степь) Южно-Минусинской котловины с абс. отм. от 420 до 560 м непосредственно контактирует с холмогорьем. Ведущие ЭГП – зоны заболачивания и засоления с возникновением в почвах геохимических аномалий Li, Sr, Mo, что характерно для зон аридного седиментогенеза. Наибольшую нагрузку на природную среду оказывают антропогенные ЭГП, связанные с активной сельскохозяйственной деятельностью. Площадь распаханых земель составляет около 40% от степной площади.

На контакте западной оконечности Южно-Минусинской впадины с холмогорьем возникают *предгорные аккумулятивные делювиально-пролювиальные шлейфы* значительной протяженности (до 40 км), для которых в сухих ложках характерно формирование многочисленных конусов выноса.

*Дефляционные котловины* приурочены к наиболее пониженным участкам рельефа, с ними связаны ЭГП современных минерализованных озёр (Улуг-Коль, Усколь и др.) – зоны заболачивания и засоления. В приозёрных солончаках и в воде озёр формируются многочисленные геохимические аномалии, причём концентрация Li, F, Al, Sr в озёрных водах очень высока (до 100 и более ПДК).

**Долинные области** представлены руслами и поймами горных и долинных рек, а также объединёнными надпойменными речными террасами.

Самыми характерными ЭПП для горных рек являются процессы боковой и русловой эрозии, обусловленные активными неотектоническими процессами. Для равнинных рек процессы эрозии слабо развиты и представлены главным образом боковой эрозией. Надпойменные террасы слабо развиты в горных областях, но хорошо представлены вдоль крупных рек степной зоны (р. Абакан). В долинах рек многочисленными старательскими артелями добывается россыпное золото.

Таким образом, пространственное распространение и формы проявления природных неблагоприятных ЭПП и экогеохимических аномалий подчиняются определённым закономерностям.

Так, по мере снижения гипсометрических уровней наблюдается постепенное затухание ЭПП, сопровождаемое сменой нивально-экзарационных, ледниковых и гравитационно-солифлюкционных явлений, процессами формирования пролювиальных шлейфов с конусами выноса и появлением зон активного карстообразования, а на равнинах – минерализованных почвогрунтов (солончаков), озёрных дефляционных котловин и зон заболачивания вдоль речных артерий.

Экогеохимические аномалии в горных районах формируются за счёт поступления поллютантов из частично эродированных рудоносных объектов в равнинных (степных) за счёт загрязнителей тесно связанных с эвапоритсодержащими продуктами аридного седиментогенеза, что фиксируется сменой полиэлементного состава аномалий с халькофильной и сидерофильной специализацией в горных областях на литофильную – в степных районах.

Техногенные и антропогенные процессы и объекты затрагивают практически все выделенные типы ландшафтов, за исключением высокогорного. В горных и переходных областях это участки интенсивных лесозаготовок, а также районы разработки месторождений различного сырья – Мо, Аи, полиметаллов, в которых наблюдаются карьеры, отвалы, свалки и другие проявления техногенеза. В степных зонах это области активного сельскохозяйственного использования земель, что приводит, главным образом, к эрозии и деградации почвенного покрова.

Общее состояние геологической среды по совокупности признаков оценивается как удовлетворительное. Благоприятная обстановка сохраняется лишь на кластерных участках Каратошско-Инейского природно-зоологического заказника и заповедника «Хакасский». Напряжённая и кризисная экологическая обстановка связана главным образом с антропогенной и техногенной нагрузкой на ГС.

Для предотвращения дальнейшей деградации природной среды необходимо:

– в горнорудных районах и на участках эксплуатации россыпей применять меры по соблюдению природоохранного законодательства при производстве работ, а также по их завершению с обязательным проведением эффективной рекультивации техногенно нарушенных земель с обустройством или уничтожением отстойников, засыпкой всех горных выработок и гидравлических канав, с нивелировкой техногенного рельефа отвалов до состояния, близкого к природному;

– в районах с активной сельскохозяйственной деятельностью необходимо организовать защиту почв от ветровой и ливневой эрозии (путём создания лесозащитных полос);

– провести восстановительные работы на искусственных магистральных (мелиоративных) каналах с целью повышения плодородия почв;

– в зонах заболачивания равнинных территорий провести дренажные работы с целью отвода избыточных вод;

– охранять и приумножать животный и растительный мир во всех ландшафтных зонах;

– обустроить рекреационные зоны отдыха, а также места активного скопления неорганизованных туристических групп.

При соблюдении предложенных мер в недалёком будущем можно ожидать хотя бы стабилизацию экологического состояния геологической среды.

 (А.И.Третьяк)

27.05.2016г.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### *Опубликованная литература*

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник. - Москва: Логос, 2000. - 626 с.
2. Архипов А.Л. Геоэкологическое и экогеохимическое состояние геологической среды Южно-Минусинской котловины (Республика Хакасия). Автореф. дисс. канд. г.-м. наук. – Томск: 2011. – 22 с.
3. Атлас Республики Хакасия/ под ред. Балахчина Н.П. и др.; М-во обр. Республики Хакасия, 1999. – 32 с.
4. Богнибов В.И. Апатитоносность когтахского габбро-диорит-монцонитового комплекса в Кузнецком Алатау//Геология, петрохимия и рудоносность магматических формаций. Новосибирск: Наука, 1978. – С. 71-85.
5. Вдовин В.В. Основные этапы развития рельефа. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. – 270 с.
6. Врублевский В.В., Котельников А.Д., Гертнер И.Ф., и др. Источники раннепалеозойского магматизма Кузнецкого Алатау (по Nd-Sr-изотопным данным)//Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Мат. науч. совещ. 17-20 окт. 2012 г., Ин-т земной коры СО РАН, г. Иркутск. Т. 1. – С.
7. Врублевский В.В., Котельников А.Д., Макаренко Н.А. и др. Геодинамическая природа и магматические источники Когтахского габбро-монцодиоритового плутона позднего кембрия, Кузнецкий Алатау//Петрография магматических и метаморфических горных пород. Мат. XII Всерос. Петрографического совещ. с участием зарубежных ученых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. – С. 126-128.
8. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000 (издание 2-е). Лист N-45-XXIV (Балыкса)// Котельников А.Д., Дербан А.Г., Макаренко Н.А. и др. Объяснительная записка. - С-Пб: ВСЕГЕИ, 2013.
9. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000 (издание 2-е). Лист N-46-XIII (Сорск)// Секретарёв М.Н., Липишанов А.П., Михайленко В.В. и др. Объяснительная записка. – С-Пб: ВСЕГЕИ, 2002.
10. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000 (издание 2-е). Лист N-46-XXV (Аскиз)// Федотов А.Н., Перфилова О.Ю., Измайлова С.А. и др. Объяснительная записка. - С-Пб: ВСЕГЕИ, 2002.

11. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200 000 (издание 2-е). Лист N-46-XX (Абакан)// Федотов А.Н., Ладыгин С.В., Измайлова С.А. и др. Объяснительная записка. - С-Пб: ВСЕГЕИ, 1998.
12. Грайзер М.И. Нижнекаменноугольные отложения Алтае-Саянской складчатой области. М.: Наука, 1987. – 145 с.
13. Довгаль В.Н., Широких В.А. История развития магматизма повышенной щелочности Кузнецкого Алатау. - Новосибирск: Наука СО, 1980. - 215 с.
14. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты РФ масштаба 1:200 000 (Роскомнедра). М., 1995 – 244 с.
15. Краевский Б.Г., Краевская М.К. К стратиграфии Азыртальского поднятия //Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Рифей и венд. – Новосибирск: ИГиГ, 1988. – С. 134-146.
16. Кривенко А.П., Поляков Г.В., Богнибов В.И., Балыкин П.А. Габбро-монцитонитовая формация Кузнецкого Алатау// Базитовые и ультрабазитовые комплексы Сибири. - Новосибирск: Наука, 1979. - С. 5-95.
17. Курсовая работа по геоэкологическому картированию (обработка и графическое оформление результатов экогеохимического опробования почвогрунтов учебного участка) Макаренко Н.А., Архипов А.Л.: метод. указ. – Томск: ТГУ, 2009. –36 с.
18. Лучицкий И.В. Вулканизм и тектоника девонских впадин Минусинского межгорного прогиба. М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 275 с.
19. Макаренко Н.А., Архипов А.Л. Рекомендательный потенциал урочища Талое озеро (Республика Хакасия)// Вестник Томского госуд. Ун-та, № 307, 2008. – С. 172-174.
20. Макарова Н.В., Суханова Т.В. Геоморфология: учеб. пособие для геолог. спец. ун-тов. – М.: КДУ, 2007. – 414 с.
21. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты РФ масштаба 1:200 000 (второго издания). Версия 1.2. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 163 с.
22. Мистрюков А.А. Геоморфологическое районирование Назаровско-Минусинской межгорной впадины. Новосибирск: АН СССР, СО, Объединенный ин-т геологии, геофизики и минералогии, 1991. – 130 с.
23. Научные исследования в заповедниках и национальных парках Южной Сибири: Вып. 3/отв. ред. В.В. Непомнящий; М-во природных ресурсов и экологии РФ, Нац. Фонд «Страна заповедная»; Хакас. Респ. отд-ние русск. географ. о-ва, АНО «Центр экологических проектов»; Фонд Олега Дерипаска «Вольное дело». – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 160 с.

24. Обновлённые схемы межрегиональной и региональной корреляции магматических и метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области и Енисейского кряжа// Отв. редактор В.Л. Хомичёв. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. - 280 с.
25. Пак К.Л. Новые данные по стратиграфии верхнего докембрия и нижнего кембрия хр. Азыр-Тал и Батенёвского кряжа (район пос. Боград)// Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Стратиграфия и палеонтология. - Новосибирск: ИГиГ, 1986. – С.40-67.
26. Парначев В.П., Вишневецкий И.И., Бэнкс Д. и др. Минеральные озёра Республики Хакасия (общая характеристика и состав вод) //В сб. Вопросы географии Сибири. Вып. 25. Томск: Томский госуд. ун-т, 2003. – С. 118-135.
27. Перельман А.И. Геохимия: учеб. пособие для геолог. спец. ун-тов. – М.: Высшая школа, 1979. – 423 с.
28. Подземные воды Республики Хакасия// Покровский Д.С., Дутова Е.М., Булатов А.А. и др. - Томск: изд-во научно-техн. лит-ры, 2001. - 299 с.
29. Разрезы докембрия и нижнего палеозоя западной части Алтае-Саянской складчатой области// Гинцингер А.Б., Винкман М.К., Асташкин В.А. и др. – Красноярск: Красноярское кн. изд-во, 1969. - С. 81-107.
30. Региональная стратиграфическая схема девонских образований восточной части Алтае-Саянской области. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2012. – 52 с.
31. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Арбузов С.Н. и др. Путеводитель по району геоэкологической практики в Хакасии: Учебное пособие. Изд. 2-е. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2005. – 91 с.
32. Система особо охраняемых природных территорий Алтае-Саянского экорегиона/WWF RUSSIA Всемирный фонд дикой природы//под ред. А.Н. Куприянова. Кемерово: Азия, 2001. – С. 85-88.
33. Соболева Н.П ландшафтоведение: учебное пособие / Н.П. Соболева, Е.Г. Язиков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 175 с.
34. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:200 000// Головин А.А., Москаленко Н.Н., Ачкасов А.И. и др. – М.: ИМГРЭ, 2002. - 92 с., 90 прил.
35. Требования к дистанционным основам Госгеолкарты-1000/3 и Госгеокарты-200/2.– М.-СПб., ГУП «НИИКАМ», 2010, 20 с.

36. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200 000 – 1:1 000 000/ Галицын И.С., Островский В.Н., Островский Л.А. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. – 86 с.
37. Третьяк А.И., Кренида О.А. К методике картирования зон активной аккумуляции осадочного материала в рыхлом покрове кайнозойских отложений Южно-Минусинской впадины и её горного обрамления//Материалы XVIII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». - г. Томск, 2015 г. – С. 72-74
38. Третьяк А.И., Кренида О.А. Неблагоприятные экологические процессы и объекты в зонах перехода горных ландшафтов в равнинные (Северо-западная часть Южно-Минусинской котловины, Республика Хакасия)//Материалы Пятнадцатой межвузовской молодежной научной конференции «Школа экологической геологии и рационального недропользования». - С-Пб: гос. ун-т, 2015. - С. 251-253
39. Третьяк А.И., Кренида О.А. Эколого-геологическая обстановка северо-западной части Южно-Минусинской впадины (Республика Хакасия)// Материалы III Всероссийской молодежной научно-практической школы-конференции. Геологический полигон «Шира», Республика Хакасия, Россия. 31 июля – 7 августа 2015 г. / Новосиб. гос. ун-т ; Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН. Новосибирск: РИЦ Новосиб. гос. ун-та, 2015. – С. 106-108
40. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 416 с.
41. Халфин С.Л. Петрология когтахского габбро-монзонит-сиенитового комплекса. - Новосибирск: Наука СО, 1965. - 92 с.
42. Чистяков А.А., Макарова Н.В., Макаров В.И. Четвертичная геология. Учебник. М.: ГЕОС, 2000. – 303 с.
43. Эдельштейн Я.С. Предварительный отчет о геологических исследованиях, проведенных в СЗ части Минусинского уезда в 1908 г. Геологические исследования в золотоносных областях Сибири. Енисейский золотоносный район. Вып.10. 1911. – 98 с.
44. Эколого-геологические карты. Теоретические основы и методика составления: Учеб. пособие/В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг, М.А. Харькина и др.; Под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Высш. шк., 2007. – 407 с.
45. Языков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учеб. пос. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2004. – 276 с.

46. Ярошевич В.М. Стратиграфия синийских и кембрийских отложений Батеневского кряжа, хребта Азыр-Тал и бассейна р. Белый Июс. - Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. - 185 с.
47. Banks D., Parnachev V.P., Frengstad D., Holden W., Kamachuk O.V., Vedemikov A.A. The hydrochemistry of the Altaiskii, Askizkii, Beiskii, Bogradskii, Shirinskii, Tasshtipskii and Ust`Abakanskii regions, Republic of Khakasia, Southern Siberia, Russian Federration Adta report Nor Geol. Unders Rapport 2001 006 116 p.
48. Parnachev V.P., Banks D., Berezovsky A.Y., Garbe Schonberg D Hydrochemical evolution of Na-SO<sub>4</sub> Cl ground waters in a cold, semi and of region of southem Siberia Hydrogeology 1999 #7 P. 549-560

*Фондовая литература*

49. Котельников А.Д. и др. Геологический отчёт о результатах выполненных работ в 2012-2014 гг. по объекту «ГДП-200 листа N-46-XIX (Уйбатская площадь)», Хакасский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО», 2014.
50. Кренида О.А. Геологический отчет по теме «Создание геохимических основ и прогнозная геолого-геохимическая оценка ресурсного потенциала территории листа N-46-XIX»//Книга 4 в отчете: А.Д. Котельников и др. «ГДП-200 листа N-46-XIX (Уйбатская площадь)». Хакасский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО», 2014.
51. Легенда Минусинской серии Государственной геологической карты РФ масштаба 1:200 000 (Издание второе)//Под ред. Беззубцева В.В., отв. исп. Махлаев М.Л. // Хакасский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО», 1997; с изменениями и дополнениями Красноярский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО», 2007.
52. Нечаев П.С. Информационный отчет о результатах незавершенных работ по объекту: "Эколого-геологическая оценка воздействия на геологическую среду россыпной золотодобычи в Балыксинском рудном районе", г.Абакан, южная геофизическая экспедиция, 2003, 390 с.
53. Сосновская О.В. и др. Составление блока серийной легенды (рифей-кембрийские отложения в пределах Сорско-Коммунарковского горнорудного района) Минусинской серии госгеолкарты-200. Отчет по теме за 1993-1995 гг. Т.1. Хакасский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО», 1995.
54. Шипицын В.А., Сосновская О.В. и др. Составление опорных разрезов и биостратиграфическое расчленение верхнего протерозоя-кембрия Коммунарковского, Саралинского и Батеневского рудных районов Кузнецкого Алатау с целью создания надежной стратиграфической основы для крупномасштабного геологического картирования. Т.1-3. Хакасский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО», 1985.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Стратифицированные образования

**СХЕМА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ  
ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ И ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

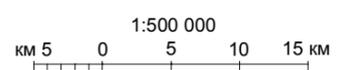
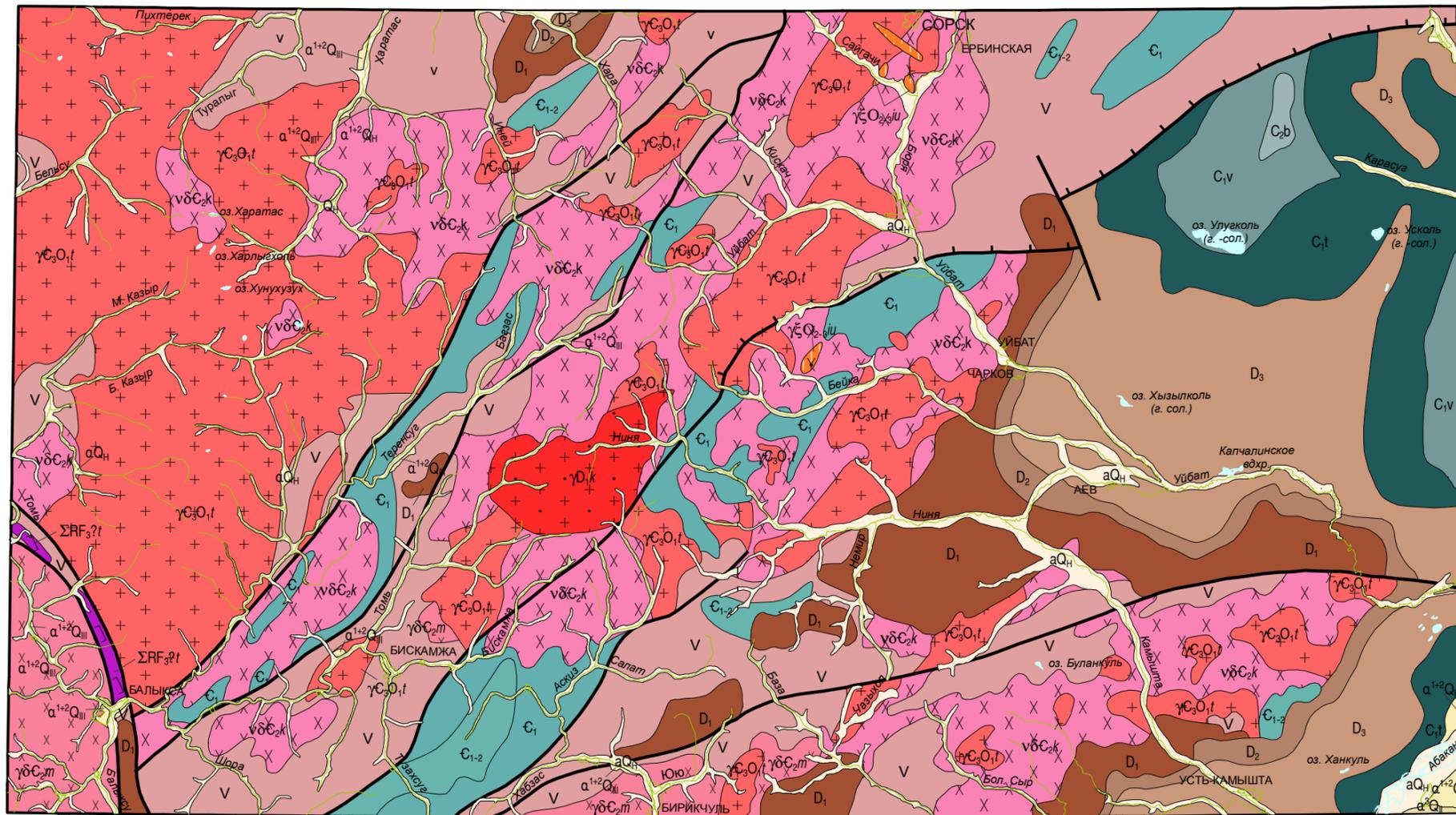


Схема составлена А.И. Третьяк по материалам ГДП-200 НИЛ геокарт ГГФ ТГУ в 2016 году

| Период  | Эпоха         | Век        |
|---------|---------------|------------|
| КВАРТЕР | ГОЛОЦЕН       |            |
|         | НЕОПЛЕЙСТОЦЕН |            |
| КАРБОН  | СРЕДНЯЯ       | БАШКИРСКИЙ |
|         |               | РАННЯЯ     |
|         |               | ТУРНЕЙСКИЙ |
| ДЕВОН   | СРЕДНЯЯ       | ПОЗДНЯЯ    |
|         |               | РАННЯЯ     |
|         |               | РАННЯЯ     |
| КЕМБРИЙ | СРЕДНЯЯ       | РАННЯЯ     |
|         |               | СРЕДНЯЯ    |
| ВЕНД    |               |            |

- 100**  $aQ_H$  Аллювий русел и пойм
  - 115**  $a^{1+2}Q_{III}$  Аллювий первой и второй надпойменных террас
  - 116**  $a^3Q_{III}$  Аллювий третьей надпойменной террасы р. Абакан
- МИНУСИНСКАЯ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННАЯ ЗОНА**
- 180**  $C_2b$  Сарская свита. Алевролиты, песчаники, аргиллиты, линзы гравелитов и конгломератов, маломощные пласты каменного угля
  - 207**  $C_{1v}$  Соломенская, подсиньская, солёноозёрская, байновская, яминская свиты объединённые. Известняки, алевролиты, песчаники, туфы, туффиты красноцветные и зеленоцветные
  - 260**  $C_{1t}$  Кривинская, самохвальская, камыштинская, алтайская, быстринская свиты объединённые. Песчаники, алевролиты, конгломераты, туфы, расноцветные и зеленоцветные туффиты
  - 300**  $D_3$  Тубинская, кохайская, ойдановская свиты объединённые. Красноцветные и пестроцветные алевролиты, аргиллиты, песчаники косослоистые
  - 450**  $D_2$  Бейская, илеморовская свиты объединённые. Алевролиты, мергели, известняки, песчаники
  - 650**  $D_1$  Толтаковская, тастрезинская, большесырская, казановская свиты объединённые. Песчаники, гравелиты, покровы, потоки базальтов, трахитов, андезитов, горизонты тефроидов, туфы среднего и кислого состава
  - 1800**  $C_{1-2}$  Азырталская свита. Песчаники, алевролиты, редкие эффузивные туфы (1200 м)
  - 2110**  $C_1$  Усинская, кутеньбулукская свиты объединённые. Терригенно-известковые отложения: гравелиты, известняки, песчаники, алевролиты
  - 3500**  $V$  Мартохинская, биджинская, чарыштагская свиты объединённые, саксырская толща. Известняки темно-серые, алевролиты зеленые и бурые, доломиты, кварциты, базальты, андезиты, их туфы

- Интрузивные образования**
- 500**  $\gamma D_k$  Карлыгановский гранитоидный комплекс. Гранит-порфиры, граниты
  - 1300**  $\gamma \zeta O_{2-3} II$  Юлинский сиенит-граносиенитовый комплекс. Сиениты, грано-сиениты, кварцевые сиениты, редко граниты
  - 1400**  $\gamma C_3 O_1 t$  Тигертышский гранитоидный комплекс. Граниты, лейкорграниты
  - 1610**  $v \delta C_2 k$  Когтахский габбро-монциодорит-сиенитовый комплекс. Габбро, монциодориты, сиениты
  - 1510**  $\gamma \delta C_2 m$  Мартайгинский диорит-гранодиоритовый комплекс. Диориты, гранодиориты, граниты
  - 3800**  $\Sigma R F_3 ? t$  Терсинский ультрамафитовый комплекс. Серпентинизированные перидотиты, дуниты
- Прочие обозначения**
- $\cdot + \cdot$  гранит-порфиры
  - $\Upsilon \Upsilon$  сиениты, грано-сиениты
  - $+ +$  граниты, лейкорграниты
  - $\times \times$  монциодориты, габброиды
  - $\times \times$  диориты, гранодиориты
  - $\square$  перидотиты, дуниты
- 33060 геологические границы, достоверные  
 29840 главные разрывные нарушения  
 29960 надвиг Чуракова

## СХЕМА НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ И ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

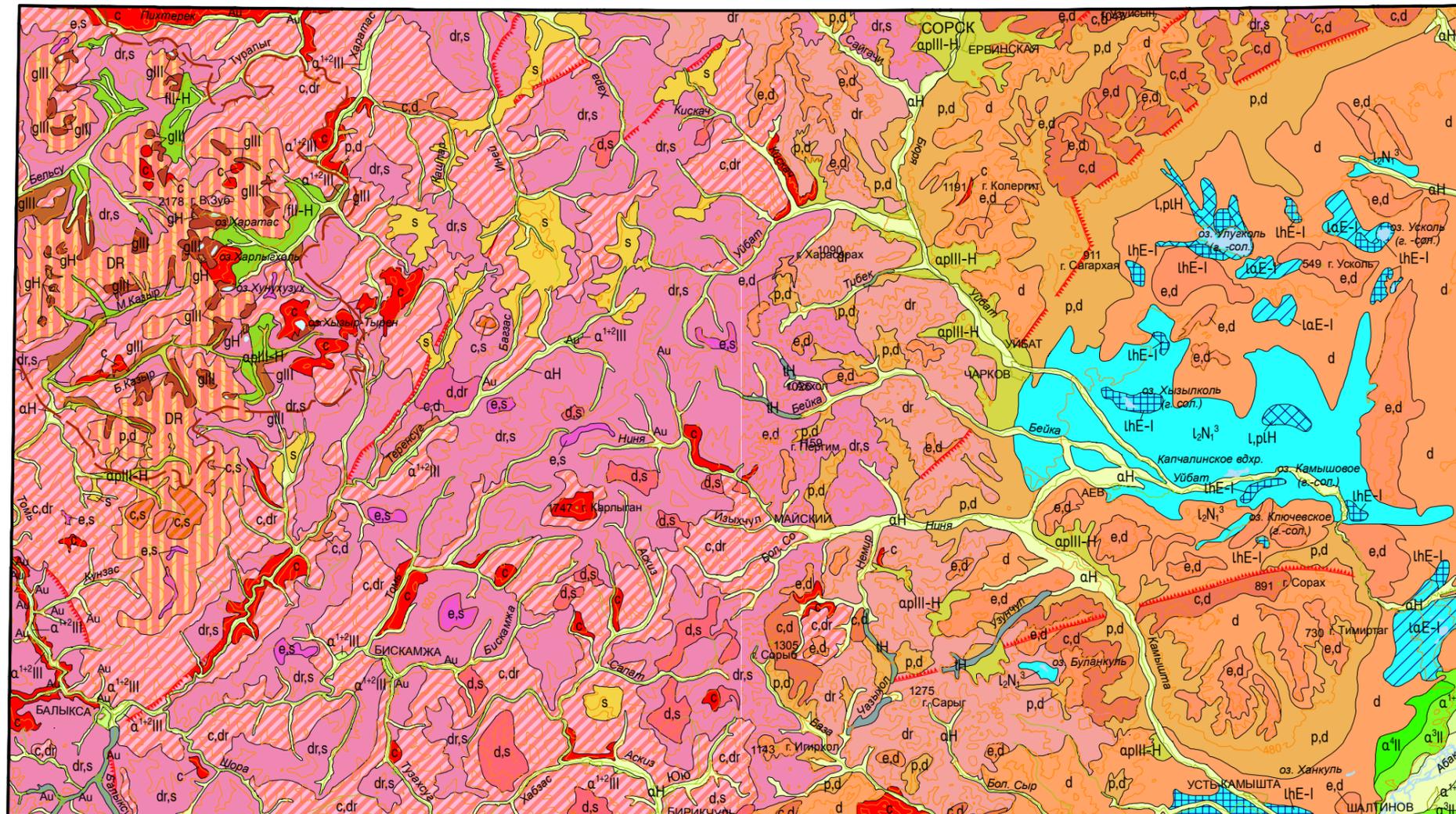
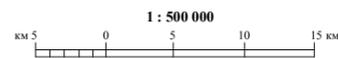


Схема составлена А.И. Третьяк по материалам  
ГДП-200 НИЛ геокарт ГГФ ТГУ в 2016 году



| Эпоха / Период | Код                                 | Описание   |
|----------------|-------------------------------------|--|
| ГОЛОЦЕН        | 95200 d                             | Дельювиальные отложения. Щебень, дресва, суглинки, супеси с дресвой (до 10 м)  |
|                | 95220 c                             | Коллювиальные отложения. Глыбы, щебень, дресва (до 15 м)   |
|                | 95240 dr                            | Десерпционные отложения. Глыбы, щебень, заполнитель дресва (до 10 м)   |
|                | 95260 s                             | Солифлюкционные отложения - солифлюкций. Суглинки со щебнем (до 25 м)  |
|                | 96369 e,d                           | Элювиальные и дельювиальные отложения. Суглинки со щебнем и дресвой (до 10 м)  |
|                | 96380 c,d                           | Коллювиальные и дельювиальные отложения. Глыбы, щебень, суглинки со щебнем (до 15 м)   |
|                | 96397 d,dr                          | Дельювиальные и десерпционные отложения. Щебень, дресва, суглинки с дресвой и щебнем (до 10 м)   |
|                | 96400 c,dr                          | Коллювиальные и десерпционные отложения. Глыбы, щебень, заполнитель - дресва (до 15 м)   |
|                | 96407 e,s                           | Элювиальные и солифлюкционные отложения. Глыбы, щебень, дресва (до 5 м)  |
|                | 96408 c,s                           | Коллювиальные и солифлюкционные отложения. Отломки, суглинки, дресва, щебень, песок (до 10 м)  |
| НЕОПЛЕЙСТОЦЕН  | 96409 d,s                           | Дельювиальные и солифлюкционные отложения. Суглинки, щебень, дресва (до 20 м)  |
|                | 96410 dr,s                          | Десерпционные и солифлюкционные отложения. Глыбы, щебень, дресва, суглинки (до 10 м)   |
|                | 96440 p,d                           | Проллювиальные и дельювиальные отложения. Суглинки, глины со щебнем, валунами, глыбами, гравием, дресвой (до 40 м)   |
|                | 97203 DR                            | Коллювиальные, десерпционные и солифлюкционные отложения. Глыбы, суглинки, щебень, дресва с преобладанием грубообломочного материала (до 15 м)   |
|                | 95650 th                            | Техногенные образования. Галечник, глина, щебень, песок, суглинки, техногенный мусор (до 10 м). Россыпи золота. Месторождение глины и суглинков кирпичных  |
|                | 95298 aH                            | Аллювий русел и пойм. Валунно-галечные отложения, супеси с линзами светло-серых суглинков и пестроокрашенных песков (до 8 м). Лесостепной и степной СПК. Россыпи золота. Проявление песчано-гравийных материалов   |
|                | 95390 l,pH                          | Озерные и болотные (палюстринные) отложения. Пески, суглинки, илстые глины, торф (до 5 м)  |
|                | 95423 gH                            | Ледниковые отложения. Глыбы с валунами, супесь (не более 10 м)   |
|                | 95440 flH-H                         | Гляцифлювиальные отложения. Суглинки с валунами и галькой (до 15 м)  |
|                | 96441 apIII-H                       | Аллювиально-пролювиальные отложения. Суглинки, гравий, галька, песок, глины с галькой, песком и щебнем (до 40 м). Фауна остракод <i>Cyprideis torosa</i> (Jones). Лесостепной СПК. Месторождение песка строительного, проявление глины и суглинков кирпичных               |
| ПЛЕЙСТОЦЕН     | 95430 gIII                          | Ледниковые отложения. Глыбы с валунами, глины (до 30 м)  |
|                | 95296 a <sup>1+2</sup> II           | Аллювий первой и второй надпойменных террас (высота 5-20 м). Пески, гравийно-песчаные отложения, суглинки и линзы глин (до 10 м). Проявления гравийно-галечных материалов, песка строительного   |
|                | 95294 a <sup>3</sup> II             | Аллювий третьей надпойменной террасы (высота 10-20 м). Гравий, галька, песок, глины (15-20 м). Лесостепной СПК.  |
|                | 95292 a <sup>4</sup> II             | Аллювий четвертой надпойменной террасы (высота 20-40 м). Валунно-галечные отложения, гравий, песок, суглинков чёрный, серые глины, супесь коричневая с галькой (до 15 м)   |
|                | 95370 laE-I                         | Озерно-аллювиальные отложения. Суглинки, глины, с супесью, гравием, галькой и песком (до 20 м)   |
| ЗОПЛЕЙСТОЦЕН   | 95980 thE-I                         | Озерно-хемогенные отложения. Глины темно-серые до черных, илы, грязи, соли (до 10 м). Месторождения мирабилита, минеральных лечебных вод. Проявления мирабилита, лечебных грязей, минеральных лечебных вод и рассолов. Озёрные воды перспективны на гидроминеральной литий |
|                | 95330 l <sub>2</sub> N <sub>3</sub> | Озерные отложения. Красноцветные глины слабо-сцементированные, часто пылеватые с кластолитами, прослоями песка, гравия, мелкого щебня (до 25 м). Фауна остракод <i>Jlyosurpris bradyi</i> Sars. Лесостепной СПК. Месторождение глины и суглинков кирпичных                 |
| НЕОГЕН         | 98380                               | Тектонические уступы, связанные с разрывами, активными в палеоген-четвертичное время   |
|                | 96900                               | Границы стратиграфо-генетических подразделений, достоверные  |

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

**ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ  
КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ И ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

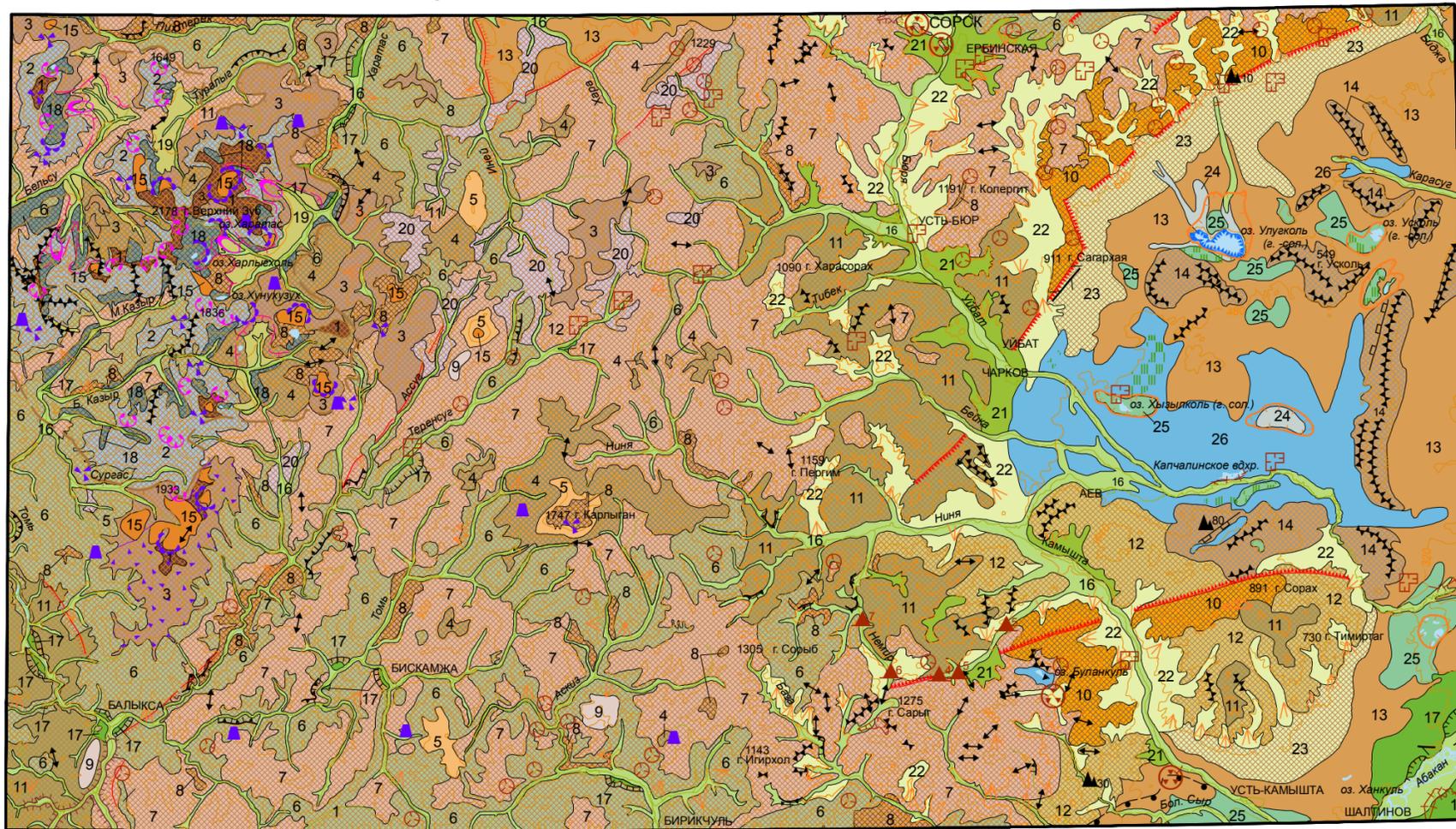
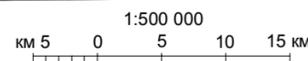


Схема составлена А.И. Третьяк по материалам  
ГДП-200 НИЛ геокарт ГГФ ТГУ в 2016 году



ЭРОЗИОННО-ДЕНУДАЦИОННЫЙ И СТРУКТУРНО-ДЕНУДАЦИОННЫЙ РЕЛЬЕФ

|                                 |   | а   | б   |                                    |  |
|---------------------------------|---|---|---|------------------------------------|--|
| Высокогорье                     | 200322                                      | Высокогорный рельеф характеризуется склонами средней (15-35°) и большой (>35°) крутизны с элементами альпийского рельефа, с участками выполюженных водоразделов, с карами, скалистыми обрывами, полями курумников, нагорными террасами и другими проявлениями гляциально-экзарационных процессов. Абсолютные отметки 1600-2220 м. Глубина расчленения до 1200 м ( $P_1-N_1^2$ ) | 97480<br>97490  | Кары и цирки<br>Барьяны лбы        |  |
|                                 | Среднегорье                                 | 200300  | Среднегорный рельеф сформированный при участии гляциально-экзарационных и ледниковых процессов со склонами средней (15-40°) крутизны. Абсолютные отметки 1200-1600 м. Относительные превышения до 800 м ( $P_1-N_1^2$ )   | 97533                              | Сквозные долины  |
|                                 |   | 200301  | Среднегорный сильно расчлененный рельеф со склонами средней (15-40°) крутизны. Абсолютные отметки 1200-1700 м. Относительные превышения до 800 м ( $P_1-N_1^2$ )  | 97780                              | Конусы выноса  |
|                                 |   | 200319  | Среднегорный пологосклонный (5-20°) расчлененный рельеф. Абсолютные высоты 1200-1600 м. Относительные превышения до 600 м ( $P_1-N_1^2$ )   | 98069                              | Солончаки  |
|                                 | Низкогорье                                  | 200223  | Монадики до 1750 м высоты (г. Карлыган) сформированные в конурах среднегорного и низкогорного рельефов, за счет препаировки магматических пород различных интрузивных комплексов, существенно преобразованные в квартере экзарационно-нивальными процессами ( $K_1-P_1^2$ ) | 98019                              | Бессточные котловины дефляционные  |
|                                 |   | 200319  | Склоны средней крутизны расчлененного низкогорья с отдельными вершинами до 1305 м (г. Сорыб). Абсолютные высоты 800-1200 м, глубина расчленения достигает 400 м ( $P_1-N_1^2$ )   | 98090                              | Карстовые поля и воронки   |
|                                 |   | 200318  | Пологие склоны расчлененного низкогорья. Абсолютные высоты 800-1200 м, глубина расчленения до 300-350 м ( $P_1-N_1^2$ )   | 98260                              | Уступы нагорных террас   |
|                                 |   | 200301  | Крутые эрозионные склоны среднегорья и низкогорья с широким развитием обально-осыпных процессов ( $N_1^2-Q_1$ )   | 98159                              | Каменные моря, реки, курумы  |
|                                 |   | 200433  | Субгоризонтальные плоские водоразделы с погребенной корой выветривания ( $K_1-P_1^2$ )  | 98320                              | Останцы морозного выветривания - кигилыхи  |
|                                 | Холмогорье                                  | 200323  | Склоны средней крутизны интенсивно расчлененные. Абсолютные высоты 720-900 м, глубина расчленения до 400 м ( $P_1-N_1^2$ )  | 98371                              | Останцы структурно-денудационные и их высота, в м                                    |
| 200306                          |   | Пологие склоны. Абсолютные высоты 720-900 м, глубина расчленения до 300 м ( $P_1-N_1^2$ )   | 98619   | Терриконы, отвалы и их высота, в м |  |
| 200306                          |   | Пологие склоны среднего холмогорья. Абсолютные высоты 560-720 м, глубина расчленения до 250 м ( $P_1-N_1^2$ )   | 98620   | Свалы                              |  |
| 200306                          |   | Пологие склоны среднего холмогорья. Абсолютные высоты 560-720 м, глубина расчленения до 250 м ( $P_1-N_1^2$ )   | 98689   | Карьеры, разрезы и выемки          |  |
| 200225                          |   | Всхолмленная денудационная равнина. Абсолютные высоты в разных частях равнины составляют: в центральной - 420-480 м, северной - 500-560, южной - 340-540 м. Максимальные глубины расчленения колеблются от 60 до 150 м ( $K_1-P_1$ )  | 97461   | Троговые долины                    |  |
| АККУМУЛЯТИВНЫЙ РЕЛЬЕФ           | Долинный рельеф                             | 200406  | Современные речные долины ( $Q_{II}$ )  | 97551                              | Граница погребенной речной долины  |
|                                 |   | 200404  | Надпойменные речные террасы, объединенные ( $Q_{II}-Q_{III}$ )  | 97572                              | Овраги, ширина которых не выражается в масштабе карты                                |
|                                 | Ледниковый рельеф                           | 200522  | Моренный грядово-холмистый рельеф ледниковых отложений ( $Q_{III}$ )  | 97720                              | Абразионные уступы   |
|                                 |   | 200424  | Гляциофлювиальные пологонаклонные субравнины ( $Q_{IIIa}$ )   | 97611                              | Участки интенсивной боковой эрозии   |
|                                 |   | 200503  | Солифлюкционные субравнины ( $Q_{IIIa}$ )   | 97610                              | Эрозионные уступы (уступы речных террас)   |
| Субравнинный и равнинный рельеф | Горных районов Кузнецкого Алатау            | 200405  | Аллювиально-пролювиальные шлейфы ( $Q_{IIIa}$ )   | 97612                              | Участки интенсивной русловой эрозии  |
|                                 |   | 200432  | Внутригорные делювиально-пролювиальные шлейфы в сухих долинах с конусами выносов в устьевых частях основных долин и боковых логов ( $Q_{IIIa}$ )  | 98360                              | Денудационные отпрепарированные гребни осадочных куэст и интрузивных даек            |
|                                 | Южно-Минусинской впадины                    | 200434  | Озерные и болотные субравнины ( $Q_{IIIa}$ )  | 98370                              | Структурно-денудационные уступы  |
|                                 |   | 200420  | Озерно-аллювиальные и озерно-хемогенные пологонаклонные субравнины ( $Q_{IIIa}-Q_{IIIa}$ )  | 98380                              | Тектонические уступы, связанные с разрывами, активными в палеоген-четвертичное время |
|                                 |   | 200409  | Озерные субравнины ( $N_1^2$ )  | 98670                              | Валы искусственные, насыпи, дамбы  |
| 200601                          | Границы генетически однородных поверхностей | 98730   | Предполагаемая граница опеденения   |                                    |  |

Примечание: а - ареалы и зоны развития, б - локальные участки и проявления, преимущественно внемасштабные

**ЛАНДШАФТНАЯ СХЕМА ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ И ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

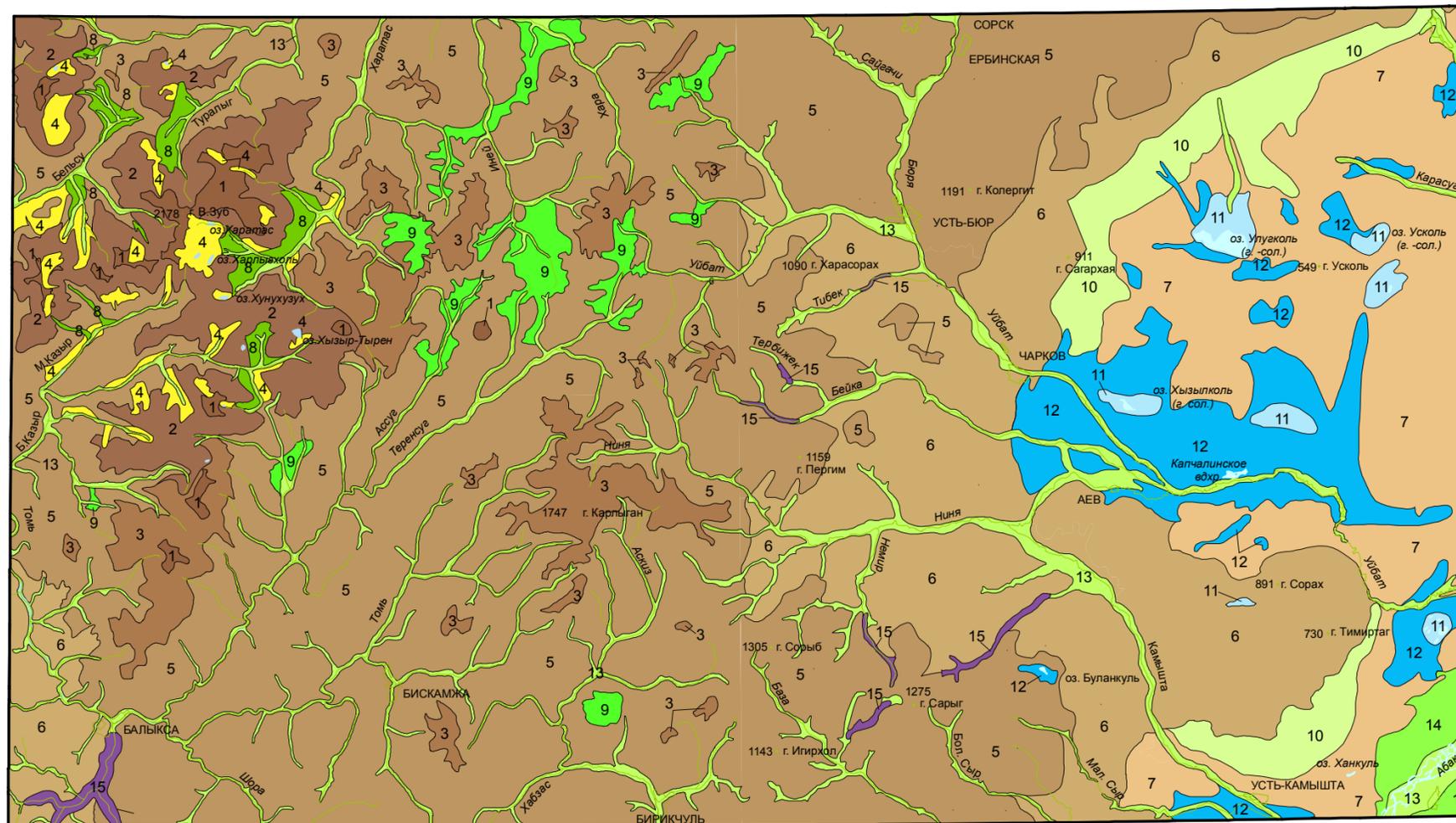
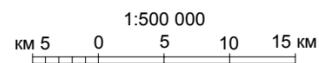


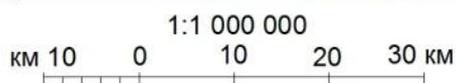
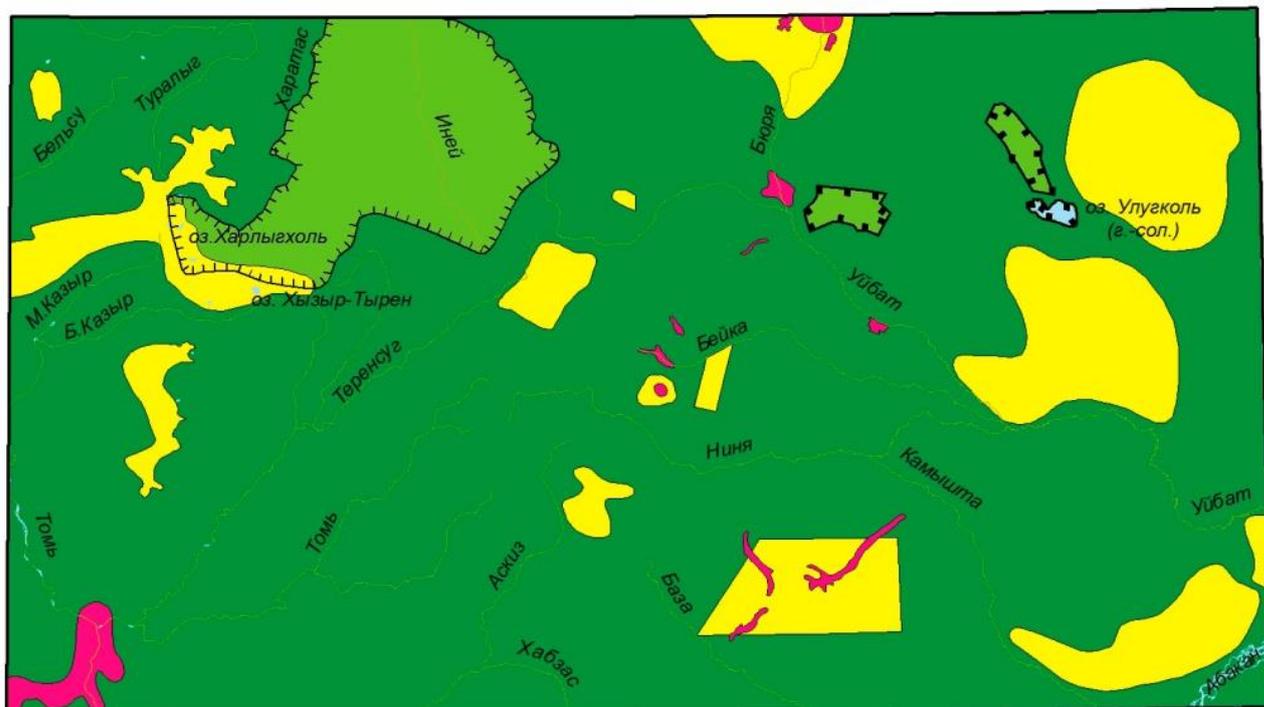
Схема составлена А.И. Третьяк по материалам ГДП-200 НИЛ геокарт ГГФ ТГУ в 2016 году



| Ландшафтные зоны                                       | Ландшафтные области  | Геоморфологические области       | Морфотенетический тип ландшафта  | К Л А С С  |   |
|--|--|----------------------------------|--|--|---|
|  |  |                                  |  | Индекс   | Макрорельеф, литология коренных пород, четвертичных отложений, почвы, растительность  |
| <b>П Р И Р О Д Н Ы Е</b>                               |  |                                  |  |  |   |
| Горные   | Горно-лесные   | Приподнятые горные массивы       | Высокогорный рельеф  | 220010<br>1  | Горная тундра. Глубокорасчлененное с узкими гребневидными, реже выположенными водо-разделами эрозивно-денудационное скалисто-осыпное высокогорье с элементами альпийского рельефа, со следами активной ледниковой и нивально-соли-флюкционной деятельности с мохово-лишайниковой, кустарниковой растительностью на горно-тундровых слабозерватых мерзлотных почвах, на интрузивном геологическом субстрате. Абсолютные отметки более 1600 м |
|  |  |                                  | Среднегорный рельеф  | 220009<br>3  | Среднегорный рельеф сформированный при участии гляциально-экзарационных и ледниковых процессов. Каменно-осыпной, с моренными отложениями, мелколиственным криволесьем на неполноразвитых горно-луговых почвах. Абсолютные отметки 1200-1600 м.  |
|  |  |                                  |  | 220022<br>4  | Среднегорный расчлененный рельеф. На склонах средней и пологой крутизны, покрытыми десерпционными, коллювиальными и солифлюкционными отложениями, развиты кедрово-пихтово-еловые, лиственно-кедрово-пихтовые темнохвойные леса на горных перегнойно-торфяных длительно сезонно-мерзлотных почвах на интрузивном, реже терригенно-карбонатном субстрате. Абсолютные отметки 1200-1500 м.   |
|  | Низкогорный рельеф   | 220007<br>5                      | Низкогорье. Приподнятый горно-холмистый рельеф со склонами пологой и средней крутизны, развитый, главным образом, на магматических, метаморфических и осадочно-вулканических породах додевонского фундамента. Четвертичные отложения представлены десерпционно-солифлюкционными, десерпционными, делювиальными, а так же пролювиально-аллювиально-делювиальными образованиями. Мощность четвертичных отложений не превышает 10 м, а в контурах пролювиальных шлейфов на севере района - до 40 м. Растительность - осиново-пихтовая, пихтово-березово-осиновая, березово-лиственничная, кустарниково-высокотравная на горных неполноразвитых лесных черноземовидных и горных дерново-подзолистых почвах. Абсолютные отметки от 800 до 1200 м. |  |   |
|  | Остаточные горные массивы  | Плоскогорный рельеф              | 220008<br>6  | Холмогорье высокое и среднее. Грядово-плосковершинное, расчлененное, со склонами пологой и средней крутизны с широкими мягкоконтурными междуречьями, изрезанными многочисленными сухими ложками на гетерогенном интрузивном, эффузивном и терригенном субстрате. Склоны покрыты, главным образом, делювиальными, элювиально-делювиальными, коллювиально-делювиальными, а так же пролювиально-аллювиально-делювиальными отложениями. Мощность четвертичных образований редко превышает 7 м за исключением пролювиальных накоплений в сухих долинах (до 30 м). Растительность высокогорья - редколесная березово-лиственничная, кустарниково-высокотравная; среднего холмогорья - безлесная, с преобладанием луговой, кустарниковой, разнотравно-злаковой, участками ковыльно-злаковой. Почвы - лесные черноземные, горные дерново-подзолистые, редко черноземные. Абсолютные отметки от 500 до 900 м. |   |
|  |  |                                  | 220010<br>7  | Денудационная всхолмленная равнина (каменная степь) с останцами грядово-куэстового и холмисто-увалистого мелкосопочника на эффузивном и терригенно-карбонатном субстрате с маломощным чехлом четвертичных отложений (до 10 м), сложенным делювиальными и элювиально-делювиальными образованиями. Почвы - черноземы обыкновенные, черноземы выщелоченные и оподзоленные, а так же каштановые супесчаные, песчаные и солонцеватые. Растительность - разнотравно-злаковая, крупно полынно-ковыльная, кустарниковая, местами с караганой. Абсолютные отметки от 420 до 560 м.  |   |
| Равнинные и субравнинные                               | Степные и лесостепные  | Пологонаклонный рельеф субравнин | 220008<br>8  | Гляциофлювиальные пологонаклонные субравнины внутри реликтовых троговых долин, существенно трансформированных склоновыми и ледниковыми процессами на отложениях переработанных ледниковых морен, интенсивно заболоченных с мелколиственно-хвойными лесами, зарослями кустарников на перегнойно-глеевых почвах  |   |
|  |  |                                  | 220036<br>9  | Солифлюкционные субравнины в верховьях рек и ручьев, а также на плоских водоразделах в низкогорной лесной зоне на десерпционно-делювиальном субстрате щебнисто-суглинистого состава с травяными и моховыми болотами, с кустарниковыми зарослями на перегнойно-торфяных, дерново-луговых почвах   |   |
|  |  |                                  | 220030<br>10   | Аккумулятивные субравнины предгорных пролювиально-делювиальных шлейфов пологонаклонные слабоборосчлененные в зонах сочленения Кузнецкого Алатау и Батеневского края с Южно-Минусинской котловиной на терригенных отложениях. Мощность четвертичных отложений представленных суглинками, щебнем, валунами, гравием и древесю достигает на севере листа 33 м, на юге - 12 м. Почвы - черноземы обыкновенные, выщелоченные, а так же каштановые супесчаные, песчаные и солонцеватые. Мелкодерновинно-разнотравно-злаковые степи местами с караганой. Абсолютные отметки от 400 до 640 м.  |   |
|  |  |                                  | 220036<br>11   | Дефляционные котловины современных озёр выполненных озёрными, озёрно-болотными и озёрно-хемогенными (илы, гряды, соли) отложениями на терригенных породах. Днища котловин выполнены травяно-осоково-камышовой растительностью на лугово-болотно-торфяных почвах и луговых солончаках. В бортах котловин распространены разнотравно-злаково-полынные растительные ассоциации на каштановых и луговых почвах. Абсолютные отметки от 320 до 480 м.  |   |
| Речные   | Долины крупных, средних и мелких рек в Южно-Минусинской котловине, Кузнецком Алатау и Батеневском крае | Пологонаклонный рельеф субравнин | 220032<br>12   | Пологонаклонные котловины палеозёв на терригенных редко карбонатных (оз. Буланкуль) породах, сложенных озёрными и озёрно-аллювиальными красноцветными и тёмно-коричневыми глинами, плотными суглинками с примесью гальки, щебня и песка. Мощность рыхлых отложений от 2 до 22 м. Почвы - черноземы обыкновенные, черноземы выщелоченные, а так же каштановые супесчаные, песчаные и солонцеватые. Растительность - разнотравно-злаковая, крупно полынно-ковыльная, кустарниковая. Абсолютные отметки от 320 до 500 м, в районе оз. Буланкуль - 840 м.  |   |
|  |  |                                  | 220023<br>13   | Долинный рельеф. Руслу и поймы рек с аллювиальными отложениями: валуны, галька, гравий, песок, суглинки на гетерогенном субстрате. Мощность четвертичных отложений редко превышает 20 м. Почвы - аллювиальные дерново-луговые, торфяно-перегнойно-глеевые, лугово-болотные солончаковатые. Растительность разнотравно-злаково-осоковые и тростниково-осоковые закустаренные луга с черёмухово-калиново-ивовыми зарослями с тополёнником или мелколиственными лесами на возвышенных участках (гривах).  |   |
|  |  |                                  | 220035<br>14   | Надпойменные террасы р. Абакан, объединённые, сложенные гравийно-галечными отложениями, песками, суглинками, глинами на терригенном субстрате. Мощность четвертичных отложений в контурах каждой террасы не превышает 20 м. Растительность низких террас представлена тростниково-осоковыми закустаренными лугами на лугово-болотных и аллювиально-дерново-луговых почвах, на высоких террасах преобладают разнотравно-злаково-ковыльные ассоциации и искусственные лесопосадки на каштановых и чернозёмных почвах.  |   |
| <b>Т Е Х Н О Г Е Н Н Ы Е</b>                           |  |                                  |  |  |   |
| Техногенно образованный и техногенно измененный рельеф |  |                                  | 220035<br>15   | Переотложенные породы в отвалах, отстойниках, выемках, в карьерах, в районах добычи полезных ископаемых, в дорожных, а так же в промышленных и селитебных зонах городов и рабочих посёлков. Состав пестрый-галечник, глина, щебень, песок, суглинок, строительный мусор.   |   |



**СХЕМА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ [8, 49]**



Эколого-геологическая  
оценка площади

|  |        |                    |
|--|--------|--------------------|
|  | 220001 | Благоприятная      |
|  | 220002 | Удовлетворительная |
|  | 220003 | Напряженная        |
|  | 220004 | Кризисная          |

Прочие обозначения

|  |        |   |
|--|--------|---|
|  | 231120 | Кластерные участки заповедника "Хакасский"          |
|  | 231100 | Каратошско-Инейский природно-зоологический заказник |
|  | 231040 | Участки геологоразведочных работ                    |

Уважаемый пользователь! Обращаем ваше внимание, что система «Антиплагиат» отвечает на вопрос, является ли тот или иной фрагмент текста заимствованным или нет. Ответ на вопрос, является ли заимствованный фрагмент именно плагиатом, а не законной цитатой, система оставляет на ваше усмотрение.

## Отчет о проверке № 1

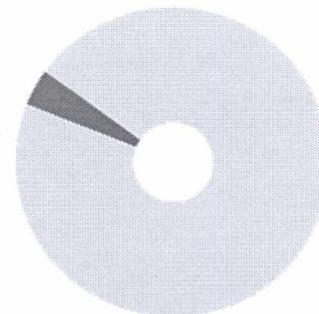
дата выгрузки: 06.06.2016 11:00:22  
 пользователь: tetryak@ggf.tsu.ru / ID: 3304291  
 отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»  
 на сайте <http://www.antiplagiat.ru>

### Информация о документе

№ документа: 6  
 Имя исходного файла: Третьяк Анна Ивановна.docx  
 Размер текста: 11934 кБ  
 Тип документа: Не указано  
 Символов в тексте: 142419  
 Слов в тексте: 17039  
 Число предложений: 894

### Информация об отчете

Дата: Отчет от 06.06.2016 11:00:22 - Последний готовый отчет  
 Комментарии: не указано  
 Оценка оригинальности: 95.84%  
 Заимствования: 4.16%  
 Цитирование: 0%



Оригинальность: 95.84%  
 Заимствования: 4.16%  
 Цитирование: 0%

### Источники

| Доля в тексте | Источник  | Ссылка  | Дата             | Найдено в              |
|---------------|---|---|------------------|------------------------|
| 0.81%         | [1] не указано  | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>     | раньше 2011 года | Модуль поиска Интернет |
| 0.68%         | [2] Ордовикская вулcano-плутоническая ассоциация восточного склона Кузнецкого Алатау + " - скачать бесплатно автореферат диссертации по " + геологии + ", специальность " + Общая и региональная геология (2/2) | <a href="http://earthpapers.net">http://earthpapers.net</a> | 23.04.2016       | Модуль поиска Интернет |
| 0.56%         | [3] не указано  | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>     | 04.06.2012       | Модуль поиска Интернет |

*А.И. Третьяк*